ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 NOVEMBRE 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la dessiccation des plantes et des tissus végétaux : Période de fenaison non réversible. — Équilibre final, dans les conditions atmosphériques moyennes*. Note de M. **Berthelot**.

« L'eau joue un rôle capital dans la constitution des êtres vivants, végétaux et animaux. A cet égard, leur nutrition et leur évolution vitale soulèvent une multitude de problèmes, qui ont fixé de tout temps l'attention des physiologistes, chimistes, et physiciens, au point de vue de la Science pure, aussi bien que des hygiénistes, agriculteurs, horticulteurs, et industriels, au point de vue des applications. J'ai été conduit à aborder quelques-uns de ces problèmes, au cours des recherches poursuivies depuis 22 ans par la Station de Chimie végétale de Meudon. Dans ces derniers temps, je me suis occupé spécialement de l'émission de la vapeur d'eau par les plantes et de leur dessiccation, tant spontanée qu'artificielle (1). Ce sont ces recherches dont je viens présenter la suite à l'Académie.

» Mes nouvelles expériences ont porté sur l'émission et l'absorption de l'eau, sous forme de vapeur ou de liquide, pendant trois périodes ou phases fondamentales, savoir :

» La phase de vitalité, étudiée autrefois par Hales, à des points de vue différents, et depuis par Joseph Boussingault (2) et par beaucoup d'autres savants, dont les travaux sont résumés dans l'Ouvrage de Pfeffer;

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. II, 1904, p. 145.

(2) *Agronomie, etc.*, t. VI.

» La phase de dessiccation spontanée, avec mort de la plante, à l'air, dans les conditions ordinaires, qui en déterminent la limitation;

» Enfin, la phase de dessiccation absolue, par l'échauffement, ou à froid par la variation de tension de la vapeur d'eau.

» Je parlerai seulement ici de la période de dessiccation spontanée ou fenaison, comme suite et extension des observations que j'ai faites en 1903. J'avais opéré alors sur les herbes de prairies, appartenant surtout au genre *Festuca;* j'ai étudié depuis des plantes annuelles et des plantes vivaces, les unes herbacées, les autres arborescentes; les unes envisagées dans leur ensemble, les autres dans leurs tiges, feuilles et racines séparées.

I. — Fétuques des prés : Graminées.

» Ce sont des plantes vivaces se perpétuant par leurs racines en terre. Je rappellerai les conditions qui définissent ce genre d'expériences :

» 1. La plante entière est extraite de terre avec précaution; les racines débarrassées de terre, par des frottements doux, aussi vite et aussi complètement que possible. On pèse aussitôt, puis on abandonne la plante suspendue, dans une chambre bien aérée, non humide, ne renfermant aucun produit chimique, ni autre matière volatile ou absorbante. On la pèse chaque jour, à l'exception de ceux où l'air est voisin de la saturation hygrométrique (point de rosée), et l'on reconnaît ainsi qu'au bout de peu de jours, une semaine en été, le poids de la plante séchée se fixe, à quelques millièmes près, vers une limite d'équilibre, qui ne varie plus guère les jours suivants. Ainsi 100 parties de fétuque fraîche (fin de juillet 1903) ont perdu environ 33,5 de leur poids.

» L'équilibre constaté, on porte la plante dans une étuve, maintenue vers 110°, et on l'y conserve jusqu'à poids constant; ce qui exige 5 à 6 heures d'ordinaire. La fétuque précédente a perdu par là de nouveau 5,5 centièmes du poids frais : soit en tout 39 centièmes.

» Cette perte de poids représente principalement l'eau perdue par une plante normale [1].

---

[1] *Voir* ma *Chimie végétale et agricole,* t. III, p. 344. — On trouvera dans cet Ouvrage des études relatives à l'émission de l'acide carbonique et à l'absorption de l'oxygène de l'air. Ces phénomènes, malgré leur importance, n'interviennent, d'après les nombres observés, que faiblement, dans les variations de poids étudiées au présent travail.

» En résumé, dans ces conditions, 100 parties de *plante séchée* à 110° étaient associées avec 63,8 parties d'eau, dans la plante fraîche (regain).

» La plante séchée à l'air libre, jusqu'à la limite d'équilibre, retenait 9,0 d'eau, pour 100 de matière séchée à 110°.

» Observons d'ailleurs que la dose d'eau contenue dans une plante fraîche, rapportée à un poids de 100^g, séché à 110°, n'est pas une dose absolument fixe. Elle varie suivant l'âge de la plante et son degré de développement, comme le montrent les chiffres consignés dans le Tome II de ma *Chimie végétale et agricole*. Ce n'est pas tout : à une époque et à un état donnés, la vie de la plante subsiste, entre un état de turgescence, où l'eau gonfle les tissus, et un état de sécheresse relative, où la vie est encore possible, bien que la plante commence à souffrir.

» 2. Ajoutons, pour compléter les données des comparaisons, que j'ai étudié simultanément un autre échantillon de la même plante partagée, au moment où elle a été extraite du sol, en ses parties : tige et feuilles d'une part; racines d'autre part. Ces parties ont été pesées et leurs rapports de poids déterminés : sur les parties de la plante fraîche; sur la plante séchée à l'air jusqu'à limite d'équilibre; et sur la plante désséchée à 110° jusqu'à poids constant.

Ensemble.	Tiges et feuilles.	Racines.
Répartition { Plante fraîche...........	22,35	77,65
» séchée à l'air......	14,6	85,4
» séchée à 110°.....	14,2	85,6
Doses d'eau.		
Matière séchée à 110° : 100...........	100	100
Eau : 68 parties........................	165	55
Eau retenue à froid (pour 100, séchée à 110°) : 7,8........................	9,0	7,4

» 3. Rappelons enfin que, dans les conditions moyennes de température des essais précédents (au voisinage de 20°) et d'humidité de l'air, les pertes d'eau observables à chaque instant ont été trouvées sensiblement proportionnelles aux quantités d'eau évaporables, jusqu'à la limite observée à froid : ce qui est la loi des phénomènes non réversibles.

» Je me suis proposé de rechercher si les mêmes relations s'appliquent à d'autres végétaux, afin de généraliser ces premiers résultats. Je présenterai les valeurs observées sous une forme aussi brève que possible.

II. — Blé (*Triticum sativum*) : Graminées.

» Le blé est, on le sait, une plante annuelle, dont les racines, de faibles dimensions, meurent en même temps que la partie aérienne; par opposition à la fétuque. J'ai opéré sur la plante pourvue d'inflorescences et voisine de sa maturité (fin de juin 1904).

1. *Échantillon* T_4.

	Ensemble de la plante :	Tiges et feuilles.	Inflorescences.	Racines.
Répartition 100 parties, fraîche		77,8	16,2	6,0
Répartition 100 parties, séchée à froid (20 jours)		73,0	13,8	13,2
Répartition 100 parties, séchée à 110°		72,7	13,4	13,9
Dose d'eau rapportée à 100 p. séchées à 110°	265	260	305	45
Eau retenue pour 100 p. séchées à 110°	8,9	9,4	11,4	3,8

2. *Échantillon* T_ε (même époque).

	Ensemble de la plante	Tiges et feuilles	Inflorescences	Racines
Répartition, initiale		82,6	9,8	7,6
Répartition, séchée à froid (30 jours)		77,0	7,9	10,1
Répartition, 110°		72,2	7,8	20,0
Dose d'eau pour 100 sec (110°)	250	315	327	34,5
Eau retenue à froid pour 100 p. séchées à 110°	9,1	10,8	9,4	3,0

» La perte de l'eau, pendant la dessiccation à froid, était très rapide; soit 67 pour 100 ou les deux tiers, le premier jour (24 heures).

» On voit d'abord que le rapport entre les différentes parties de la plante varie rapidement. Le système tige et feuilles est prépondérant; contrairement à ce qui arrive pour la fétuque, plante vivace où la racine domine. La proportion de l'inflorescence du blé varie d'un pied à l'autre, comme il était facile de le prévoir. La proportion de la racine double et triple dans l'ensemble, par l'effet de la dessiccation, surtout à 110°. Mais elle demeure toujours fort inférieure à celle des parties aériennes; contrairement à ce qui arrive pour la fétuque. La dose de l'eau est surtout considérable dans les inflorescences, siège principal de l'activité vitale. Elle est minime dans la racine, comme pour la fétuque.

» Enfin les proportions de l'eau retenues, lors de l'équilibre de dessiccation à froid, étaient fort voisines dans les parties aériennes, et minima dans la racine. Dans les parties aériennes, elles étaient également voisines de la fétuque, mais moitié moindres de celles de la fétuque dans la racine. Dans la racine du blé, elles étaient voisines du tiers de l'eau retenue par les parties aériennes.

» Ce sont là des différences essentielles pour la vitalité de la plante.

» Les expériences précédentes ayant duré près d'un mois à l'air, ce qui aurait pu changer la composition des matières, on s'est demandé si la répartition serait la même en desséchant immédiatement la plante, après son extraction du sol, et en opérant le même jour qu'avec T_4.

» 3. Échantillon T_β. Même époque.

Ensemble.	Tiges et feuilles.	Inflorescence.	Racines.
Répartition initiale...........................	81,9	11,9	7,2
Répartition séchée à 110°.....................	73,1	10,7	16,2
Dose d'eau pour 100 parties séchées à 110° : 240..	278	273	50,2

» 4. T_1. Plante non divisée en parties. Dose d'eau, 243.

» 5. T_2. Plante coupée en morceaux normaux à l'axe, 265.

» Tous ces chiffres sont du même ordre de grandeur.

III. — Mélisse (*Melissa officinalis* ou *Calamintha*) : Labiées.
Plante vivace. Vers le 21 juin 1904.

» 1. C_1. Ensemble séché immédiatement à 110° (¹) : 100 parties et 290 eau.

» 2. C_2. Autre coupée en morceaux, séchée à l'air (20 j.), puis à 110° : 100 parties et 350 eau. Eau retenue à froid : 11,0.

	3. C_β.	4. C_γ.	5. C_δ.	Plantes entières.
Eau pour 100 parties séchées à 110°	333	340	308	»
Eau retenue à froid pour 100 part. séchées à 110°.	8,4	8,2	8,6	»

(¹) 12 à 15 heures sont nécessaires pour arriver à un poids constant, à cause des racines.

6. C_3. Ensemble.		Tiges et feuilles.	Racines (1).
Répartition initiale		56,9	43,1
Répartition à 110°		47,3	52,7
Dose d'eau pour 100 p. séch. (110°).	292	372	225
7. C_4.			
Répartition initiale		73,2	26,8
Répartition à 110°		68,1	31,9
Dose d'eau pour 100 p. séchées	407	426	325
8. C_5.			
Répartition initiale		78,4	21,6
» desséchée à froid		69,2	30,8
» à 110°		69,3	30,7
Dose de l'eau pour 100 p. s. (110°)	322	378	195
Eau retenue à froid pour 100 parties séchées à 110°	8,2	7,9	7,7

» Cette plante est beaucoup plus riche en eau, dans toutes ses parties, que les graminées étudiées plus haut. Aussi la dose d'eau varie-t-elle notablement entre les différents échantillons.

» La proportion relative entre les racines et les organes aériens varie aussi; tout en se rapprochant davantage que pour les graminées précédentes. La racine n'atteint pas la moitié du poids total, contrairement à ce qui arrive dans la fétuque, autre plante vivace.

» L'eau retenue après dessiccation à l'air, jusqu'à équilibre, ne diffère pas beaucoup entre la racine et les parties aériennes et elle est du même ordre de grandeur relative que dans les graminées étudiées.

IV. — Mesambryanthemum cristallinum (plante annuelle).

» Je l'ai choisie à dessein comme terme de comparaison, en raison de la dose énorme d'eau qu'elle renferme. Cette dose rend la durée de dessiccation à froid très considérable et amène même souvent un commencement de putréfaction.

» 1. M_1. Ensemble. Avant floraison. — 21 juin 1904 : séchée à 110° (18 heures), 100 sec et 1696 eau (94,43 pour 100).

(1) Leur proportion relative est mal définie, à cause de la difficulté d'extraire du sol un pied complet.

» 2. Dans d'autres essais : M_δ, M_γ, M_2, l'eau a été trouvée 95,8; 95,9; 95,75.

» 3. M_2. Ensemble. Coupé en morceaux ([1]), 100 p., séchées à 110°, 1460 (93,6 pour 100).

» 4. M_3. Plante divisée.

Ensemble.	Tige et feuilles.	Racines.
Répartition { initiale	98,7	1,3
Répartition { séchée à 110°	93,6	6,4
Dose d'eau pure, 100 p. séchées : 1552.	1654	240

» 5.

Ensemble.	Tige et feuilles.	Racines.
Répartition { initiale	98,1	1,9
Répartition { séchée à froid	92,1	7,8
Répartition { 110°	92,2	7,4
Dose d'eau pour 100 p. s. à 110° : 1880.	1900	363
Eau retenue à froid : 7,5.	7,4	8,2

» On voit que la racine ne forme, à toute température, qu'une fraction très faible de la matière totale. Elle est moins hydratée, comme dans les autres plantes étudiées en général. A froid, la dessiccation est presque complète. Aussi les doses d'eau retenue à froid n'ont-elles pu être déterminées avec exactitude. Dans les essais, au bout d'un mois, elles ont varié de 17 à 7,5 centièmes, suivant les échantillons. Mais elles étaient calculées d'après des différences de quelques millièmes, entre les poids séchés à froid et à 110°; différences trop faibles pour offrir des garanties suffisantes, surtout en présence de l'altération profonde des tissus en décomposition putride.

» 6. Voici d'autres déterminations, faites à la fin du mois de septembre (température, 12° à 14°), sur une plante à l'état de floraison et ayant déjà perdu quelques feuilles. La température ambiante était plus basse que ci-dessus :

Ensemble.	Tige et feuilles.	Racine.
Répartition initiale	98,8	1,2
» à 110°	95,1	4,9
Dose d'eau pour 100 p. séch. à 110°.	971-1010	179

On voit que la dose d'eau est bien moindre à ce degré d'évolution.

(1) Il y a perte d'eau pendant cette division.

V. — SPIRÆA ULMARIA (REINE DES PRÉS) (ROSACÉES) (plante vivace); vers le 20 juillet 1904.

» Les racines sont grosses et multiples et leur extraction du sol n'a pu être effectuée exactement pour chaque pied isolé. Aussi donnerai-je séparément les chiffres relatifs à ces différentes parties de la plante. La dessiccation est d'ailleurs rapide à froid (20 juillet) et l'équilibre établi en une semaine.

	Tiges et feuilles.	Racines.
1. R_0. 100 p. séchées à 110°. Eau	120	110
2. R_1. 100 p. séchées à 110°. Eau	87	116
Eau retenue à froid pour 100 sec à 110°.	12,8	»
3. R_2. 100 p. séchées à 110°. Eau	90	112
Eau retenue à froid	11,6	»

» On remarquera que la racine est plus riche en eau que les parties aériennes, contrairement aux plantes précédentes. Ceci semble répondre à l'accoutumance d'une vie dans un milieu plus aqueux; la *Spiræa* se développant surtout dans les terrains marécageux. Mais, dans mon jardin, la terre était normale.

Influence du broyage sur la dessiccation des racines.

» 4. Les racines de *Spiræa* se présentant sous la forme de branches volumineuses, entourées de radicelles, il m'a paru utile d'examiner si le caractère compact des premières n'avait pas quelque influence marquée sur la rétention de l'eau, durant la dessiccation opérée à froid, jusqu'à limite à peu près constante pendant un intervalle final de 2 jours.

» Racines : d'un diamètre compris entre 6^{mm} et 12^{mm}, séparées des radicelles (2^{mm}). On a opéré comparativement sur les racines entières et sur les racines broyées et moulues au moulin; on réalisait la dessiccation à l'air, au même lieu et durant le même temps (1 semaine).

	Grosses racines entières.	Grosses racines broyées.	Radicelles entières.	Radicelles broyées.
100 p. séchées (110°). Eau...	223	168	200	165
Eau retenue à l'air.........	16,8	13,4	14,5	15,2

» Mêmes expériences avec les racines de mélisse.

	Grosses racines entières.	Grosses racines broyées.	Radicelles entières.	Radicelles broyées.
100 p. sec (110°). Eau....	134	106	139	112
Eau retenue à froid......	14,3	13,2	10,6	13,1

» Il résulte de ces mesures, en premier lieu, que la durée de broyage fait déjà perdre aux racines et radicelles une fraction notable de leur eau : ce qui était à prévoir. En second lieu, l'eau retenue au bout du même temps et dans les mêmes conditions atmosphériques, sans broyage des grosses racines ou après broyage, est sensiblement la même; étant donnés les écarts inévitables entre de semblables échantillons. Ces conclusions s'appliquent aussi aux radicelles, dont l'hydratation est, en outre, à peu près la même que celle des grosses racines.

VI. — Ulex Europœus (Ajonc). Légumineuses.
Plante ligneuse vivace. 19 juillet 1904.

» On a étudié seulement des fragments des parties aériennes.

	1. A_1. — Tiges et feuilles.	2. A_2.
100 p. séchées à 110°. Eau	260	258
Eau retenue à froid, lors de l'équilibre (13 jours) pour 100 p. séchées à 110°.		16,5

VII. — Genista scoparia (Genet). Légumineuses.
Plante ligneuse vivace. 19 juillet 1904. Fragments.

1. G_1. — Tiges et feuilles.	Eau.	2. G_2.
100 p. séchées à 110°	152	186
Eau retenue à froid........	12	12,0

VIII. — Gynerium argenteum. Graminées. Tiges vertes. 23 septembre.
Température : 9° à 12°.

100 p. séchées à 110°	182	eau
Eau retenue à froid (8 jours).....	15,0	

IX. — Mousses vertes. 15 octobre 1904.

	(*a*). *Dicranium scoparium.*	(*b*). *Mnium undulatum.*	(*c*). *Polytrichum formosum.*
100 p. séchées à 110°......	196 eau	99 eau	102,1 eau
Eau retenue à froid	17,4	16,1	17,1
Eau reprise à l'air après la dessiccation à 110°.......	15,2	13,8	15,0

» L'ensemble de ces expériences confirme les conclusions, tirées précédemment de l'étude de la dessiccation du foin des prairies, constitué principalement par des espèces de *Festuca*. La loi de dessiccation des différentes plantes examinées est d'ailleurs, d'après la mesure de sa progression (expériences dont je donnerai ailleurs le détail), la même; c'est-à-dire que la dessiccation à chaque instant s'opère sensiblement avec une vitesse proportionnelle à la quantité d'eau restant dans la plante, et elle tend vers une limite approximative, où il se produit un équilibre. En d'autres termes et d'après ces faits, la plante ne se dessèche pas entièrement à l'air, à la façon de la porcelaine ou des métaux. Elle retient à froid une certaine dose d'eau, éliminable à la température de 110° (avec une certaine lenteur d'ailleurs). L'eau ainsi retenue à froid, dans des conditions données de température et d'état hygrométrique de l'air ambiant, correspond à un équilibre ou limite.

» Observons encore que cette limite, toujours dans des conditions semblables, est exprimée par des chiffres voisins pour les différentes plantes étudiées; similitude qui paraît répondre à celle de la composition chimique et de la constitution physiologique analogue des tissus des végétaux examinés.

» L'expérience montre, d'ailleurs, que la valeur numérique de cette limite varie beaucoup moins, pour un intervalle donné, que la température de l'air, ou la tension de la vapeur d'eau qu'il renferme; pourvu, toutefois, qu'on ne se rapproche pas trop ni du point de rosée, ni d'une sécheresse excessive. Je vais revenir, d'ailleurs, sur ces dernières influences. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la dessiccation absolue des plantes et matières végétales : Période de dessiccation artificielle. — Réversibilité par la vapeur d'eau atmosphérique.* Note de M. Berthelot.

« Dans le présent Mémoire je me propose d'étudier les conditions de dessiccation absolue des plantes, c'est-à-dire les conditions dans lesquelles

elles sont susceptibles de perdre les proportions d'eau conservées pendant la période de fenaison, et de sortir des limites d'équilibre moyen, caractéristiques de cette période.

» La dessiccation des plantes peut être en effet poussée plus loin dans deux conditions :

» 1° Par une élévation de température, telle que celle d'une étuve maintenue à 110°, jusqu'à ce que l'échantillon cesse de varier de poids.

» 2° Je me suis demandé si, en opérant à froid dans des conditions de siccité absolue, avec le concours du vide, ou même avec le vide seul, on atteignait le même degré de dessiccation. La preuve en est nécessaire; car rien n'exclurait *a priori* l'existence de certains hydrates des principes immédiats végétaux, sinon même des sels dissous dans la sève, hydrates stables à la température ordinaire; c'est-à-dire ne possédant aucune tension de dissociation, comme l'histoire des acides, des bases et des sels en offre de nombreux exemples.

» Ces expériences réclament des précautions toutes particulières, afin d'éviter que les matières ne reprennent aucune trace d'eau, au contact de l'air libre : soit pendant le refroidissement des vases qui les renferment, au moment où on les extrait de l'étuve échauffée; soit pendant la rentrée de l'air dans le récipient où l'on a fait le vide. Évidemment l'air mis en contact avec les plantes doit être soigneusement desséché pendant tout le cours des pesées. Les essais ont été exécutés sur 8 espèces végétales différentes.

I. — Fétuques des prés.

» 1. Échantillon (*a*). — Feuilles vertes, engainantes. Partie cylindrique divisée en fragments longs de 3^{cm} à 4^{cm}. Poids initial : $2^{g},0123$; état frais.

» Les feuilles ont été placées sur un plateau dans un grand vase, au-dessus de l'acide sulfurique concentré, à partir du 7 octobre 1904. La température a varié de 12° à 14°. Après 5 jours, on a fait le vide à $0^{m},015$ et pesé 3 jours après, le poids était $0^{g},5466$. On a replacé le vase dans le même vide pendant 3 jours, le poids était $0^{g},5452$, c'est-à-dire qu'il pouvait être regardé comme constant. Cela fait, on a séché à 110° pendant 4 heures et pesé; puis 2 heures encore, sans variation de poids. On a obtenu $0^{g},5425$.

» Les feuilles, ainsi séchées successivement dans le vide et à 110°, ont été mises à froid au contact de l'air ordinaire, très humide, le 21 octobre pendant 2 jours ($t = 12°$ à $16°$); elles ont absorbé de l'eau. On les a pesées;

puis on les a replacées sur SO^4H^2 dans le vide sec, pendant 7 jours; leur poids est revenu à $0^g,5427$.

» D'après ces données :

100 parties (séchées à 110°) étaient unies à	271 eau, à l'état frais
Séchées sur l'acide sulfurique, à la pression ordinaire, pendant 5 jours	3,34
Mais le terme n'était pas atteint; car, dans le vide sec, elles ont été réduites à..................	0,50 puis 0,04
Elles avaient repris à froid à l'air très humide.....	19,1

» La dessiccation à la trompe, en renouvelant l'air (sec) plusieurs fois par jour, est presque interminable.

» 2. *Fétuque*, échantillon (b). Feuilles vertes.

État initial, 100 parties séchées à 110°..................................	222 eau
Séchées d'abord à l'air, du 22 au 28 septembre, temps sec, eau retenue.....	13,7

» Après les avoir séchées complètement à l'étuve, on les a remises à l'air.

Au bout de 3 jours (3 octobre, air très humide et froid) elles avaient repris ...	18,7
9 jours après, air redevenu à peu près normal, l'eau est tombée à.............	14,6

» On voit que l'équilibre revient à peu près au même point, dans les conditions communes de l'état de l'air libre réputé sec; tandis que la plante prend une dose d'eau notablement plus forte dans un air voisin de la saturation.

» Si l'on compare ces chiffres aux observations faites en juillet 1904, par une température supérieure à 21° et dans un air sec, ce qui a fourni 9,0; on reconnaît une certaine influence de la température.

» 3. *Fétuque* échantillon (c). Tiges vertes séparées des feuilles.

État initial, 100 parties (séchées à 110°).............................	eau 259
Plante, dessiccation à l'air, à froid, après 8 jours, *air humide*, eau retenue.	23,3
On dessèche à 110°, puis on remet à l'air froid, 6 jours, *air humide*..........	21,1
Le temps étant devenu plus sec, il y a perte d'eau jusqu'à..............	15,0

» Ces expériences sont très caractéristiques. Elles montrent en premier lieu que la plante peut être desséchée à la température ordinaire, au même degré absolu que par une élévation de température portée à 110°.

» L'eau ne contracte donc avec les principes immédiats de la plante, ou avec les sels de la sève en particulier, aucune combinaison telle que cette

température de 110° produise une dessiccation qui soit susceptible de surpasser une déshydratation totale produite dans le vide dès la température ordinaire.

» En second lieu, l'eau contenue dans la plante possède une certaine tension, variable avec la température de celle-ci, et qui entre en équilibre avec la tension de la vapeur d'eau atmosphérique; de là résulte la dose d'eau retenue à froid au contact de l'air ordinaire.

» Enfin, d'après les faits observés, la plante, après avoir été desséchée à 110°, si on la laisse ensuite en contact avec l'air ordinaire froid renfermant de la vapeur d'eau, reprend peu à peu celle-ci; jusqu'à une limite qui paraît la même que celle de la dessiccation primitive opérée à froid au contact de l'air ordinaire; bien entendu étant données les mêmes conditions de température et d'état hygrométrique de l'air.

» Ajoutons dès à présent que vers le terme du point de rosée il ne paraît pas y avoir de limite fixe pour l'eau condensée; du moins étant données les conditions ordinaires, telles que ce point varie d'un endroit à l'autre dans un vase de dimensions notables : ce qui est attribuable aux petits et incessants changements de température qui se produisent à l'intérieur du vase, sous l'influence inégale des rayonnements ambiants et des sursaturations. La vitesse d'évaporation de l'eau ainsi condensée à l'état liquide, sur un point donné et sous une faible surface étant fonction de sa température et bien moindre que la vitesse de condensation de la vapeur disséminée dans l'étendue de l'atmosphère superposée, il résulte de la différence de ces deux vitesses cette conséquence que l'eau condensée à la surface de la plante n'a pas le temps de s'évaporer complètement jusqu'à un état d'équilibre stable et définitif.

» Mais pourvu qu'on opère en dehors de ces conditions d'humectation irrégulière par l'*eau liquide* dans un air saturé, il existe une réversibilité incontestable entre la tension moyenne de la vapeur d'eau atmosphérique et celle de l'eau émise par la transpiration physicochimique des matières d'origine végétale.

II. — Blé (*Triticum sativum*).

» 1. (*a*). Échantillon de paille arrivée à maturation en juillet 1904. Conservée au contact de l'air et coupée en morceaux à la fin de septembre, jusqu'à poids sensiblement constant.

État initial, 100 p. (séchée à 110°). + 17,4 eau retenue à la température ordinaire.

» Cette paille, prise telle quelle, a été placée dans un vase dont les parois ruisselaient d'eau, sans que la paille fût en contact avec elle.

» Au bout de 6 jours 100 p. (sec) avaient pris . . . . 38,5 d'eau.

» On l'a desséchée de nouveau à 110° et replacée dans l'air ordinaire, non saturé et froid.

» Elle avait repris en 4 jours. . . . . 16,9 centièmes d'eau.
» L'équilibre à peu près fixe s'est produit vers 16,4;

c'est-à-dire vers le même point qu'au départ; les conditions atmosphériques étant d'ailleurs à peu près les mêmes.

» 1 *bis*. (*a*). Échantillon de paille récoltée en 1903. Étudiée fin septembre 1904.

» État initial : 100 parties (séché à 110°) + 13,6 d'eau retenue à froid.

» On l'a placé dans un air saturé à froid, comme ci-dessus.

» La dose totale d'eau fixée s'est élevée à. . . . . . . 29,3 centièmes.

» Après dessiccation à 110°, la paille, remise ensuite à l'air froid, a repris 15,6 d'eau.

» Dans l'air ordinaire, le poids de l'eau fixée sur cet échantillon a oscillé ensuite de 1 à 3 centièmes.

» 2. (*b*). Un échantillon de la paille (*a*) 1904. Cet échantillon gardé à l'air et pesé de temps en temps a varié de 1,1 centième en plus et 1,2 en moins, par rapport à sa limite, au voisinage de la même époque.

» 3. (*c*). Un échantillon pareil, séché à la trompe à froid, ne retenait plus au bout de 12 jours (12° à 15°) que . . . . 2,6 d'eau;

il n'avait pas atteint le terme, l'expérience se prolongeant indéfiniment.

» 4. (*d*). Un échantillon pareil a été maintenu dans un vase clos, au-dessus de l'acide sulfurique concentré et avec le concours du vide pendant un certain nombre de jours;

» Puis séché à 110° : il ne contenait plus que 1,76 d'eau.

» Au contact de l'air ordinaire, il avait repris en 2 jours . . . 7,52 d'eau

sans que le terme fût atteint. On l'a replacé sur l'acide sulfurique dans le vide pendant 4 jours; il ne retenait, plus pour 100 de matière (séchée de nouveau à 110°) que . . . . 0,23 d'eau.

III. — Genêt vert.

» 1. Tige et feuille fraîches, coupées en fragments :

État initial (fin septembre 1904, vers 14°)........	100 + 90,1 eau
Équilibre à l'air le 30 octobre..................	17,1
Dessiccation à 110°.	

» Ensuite après 12 jours de contact avec l'air froid (de 9° à 12°), la plante a repris lentement 14,8.

» Il y a donc réversibilité.

» 2. En juillet, sur un autre échantillon, on avait trouvé 12,0 pour l'équilibre, la température étant plus élevée.

IV. — Ajonc.

» Tige et feuille fraîches, coupées en fragments.

État initial.............................. ..	100 + 210 eau
Équilibre à l'air, le 30 septembre..............	15,4
Dessiccation à 110°.	

» Eau reprise à l'air froid en 6 jours (octobre), 16,8.

» Réversibilité.

V. — Pommier a cidre.

» 1. Feuilles mortes.

État initial (22 septembre 1904)............ ..	100 + 125 eau
Équilibre à l'air le 30 septembre................	11,8
Dessiccation à 110°.	

» Ensuite, après 7 jours d'exposition à l'air froid (octobre), 16,3.

» Réversibilité imparfaite.

» 2. En juillet, sur un autre échantillon :

Équilibre à une température plus élevée.....	7,5

VI. — Chataignier.

» (*a*). Feuilles vertes coupées en morceaux.

État initial (22 septembre 1904)..................	100 + 125
Équilibre à froid le 30 septembre..................	12,0
Dessiccation à 110°.	
Eau reprise après 7 jours.........................	14,4
Réversibilité.	

» (*b*). Feuilles mortes, tombées, jaunies et d'apparence sèches.

État initial (17 août)	100 + 13,3
Dessiccation à 110°.	
Eau reprise en 1 jour	6,3

» Après quelques jours :

Équilibre	11,3

» La dose oscille autour de ce chiffre, suivant l'état hygrométrique de l'air, du 5 au 19 septembre, entre 10,9 et 13,1.

» 3. (*c*). Feuilles mortes :

État initial	13,3 eau
Séché à 110°.	
Reprend à l'air en 2 jours (août)	11,4
L'équilibre oscille ensuite entre	13,0 et 14,4

» 4. (*d*). Feuilles mortes :

Pesées à l'air	7g,023
Oscille (du 17 août au 1er septembre) entre	7g,153 et 7g,018

VII. — Tilleul.

» 1. (*a*). Feuilles vertes :

État initial (22 septembre)	100 + 168 eau
Équilibre (30 septembre)	12,9
Dessiccation à 110°.	
Eau reprise à l'air froid très humide le 6 oct.	18,6

» 2. (*b*), Autre :

Equilibre	15,2
Oscille entre	13,5 et 16,0

» 3. (*c*). Feuilles mortes :

Passé à l'air	9g,688
Oscille entre	9g,535 et 9g,752

soit $\frac{1}{100}$ autour de la moyenne.

» 4. (*d*). Feuilles mortes, tout à fait sèches en apparence :

État initial	100 sec + 11,6
Séché à 110°.	
A l'air froid, reprend en 1 jour	5,0
En 6 jours, équilibre; oscille du 5 au 19 sept. entre	10,1 et 12,5

» Ces expériences montrent que la feuille, morte spontanément (marcescence), ou desséchée à l'air libre ne diffère pas de la feuille desséchée artificiellement, soit dans le vide, soit même à 110°; du moins quant à son aptitude à perdre de l'eau, ou bien à en reprendre au contact de l'air atmosphérique.

VIII. — Gynerium argenteum : Graminées.

» 1. Échantillon (*a*). Feuilles vertes :

État initial (21 septembre 1904)...............	100 + 182 eau
Équilibre (10 jours).........................	15,0
Dessiccation à 110°.	
Eau reprise en 16 jours......................	16,3

» 2. (*b*). Autre échantillon. Feuilles non broyées.

» 3. (*c*). Feuilles broyées.

	(*b*). sec	(*c*). sec
1° Séchées à l'air pur, 17 octobre..	100 + 15,32	100 + 14,07
2° Séchées sur SO^4H^2 + vide H = 15mm à froid, 24 octobre	100 + 1,29	100 + 1,07
3° Séchées à 110°, puis		
4° Remises à l'air froid 3 jours, le 28 octobre	100 + 11,95	100 + 12,30
5° Séchées de nouveau à froid sur SO^4H^2 avec vide 6 jours.....................................	100 + 0,16	100 + 0,10

» Il a semblé que la dernière dessiccation dans le vide marchait un peu plus vite que la première.

IX. — Maïs (*Zea Maïs*). Graminées.

» Tiges vertes.

Desséchées d'abord à 110°, 100 parties........... + 388 eau

» La dessiccation spontanée à froid est interminable, à cause de la structure et de la grosseur de la tige (remplie de moelle).

100 parties de plante séchée à 110° ont repris, en 8 jours (fin d'octobre)...... 15,1

» X. J'ai cru utile de joindre à ces résultats quelques expériences sur le papier blanc à filtre, non collé, produit de la transformation des tissus végétaux, conservant encore la ténacité qui résulte de la permanence des fibres, mais ayant éprouvé les altérations produites par divers réactifs, tels

qu'alcalis, chlorures décolorants, etc. Je me proposais plus spécialement de rechercher l'influence de l'humidité atmosphérique à l'état de condensation, au voisinage du point de rosée.

» 1. (*a*). Papier à filtre blanc, ordinaire, non collé. Conservé dans une armoire.

État initial (été de 1903)	100 + 6,4 eau
On le sèche à 110°.	
Eau reprise à l'air libre, réputé sec, à froid, en 2 jours	6,7
Puis oscillations au voisinage de..........	8,2 centièmes

» 2. (*b*). Autre papier à filtre, blanc, non collé, ne fournissant que des traces de cendres (purifié par HF) :

État initial (été de 1903)..........	100 + 6,20 eau
Séché à 110°.	
Eau reprise à l'air froid, en 6 jours.	6,27

» Un tiers de cette eau avait été regagné à l'air en quelques minutes.

» Étude parallèle de la reprise de l'eau atmosphérique, par les échantillons (*a*) et (*b*).

	3. (*a*).	4. (*b*).	
Poids initial......................	1g,0149	1g,6625	12 sept. 1904.
Séché à 110°......................	0g,9446	1g,5635	
Eau initiale......................	7,49 centièmes	6,30 centièmes	

Après dessiccation à 110° :

Eau reprise à froid dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, température voisine de 15°.	1 jour..	13,4 centièmes	11,0
	4 jours..	14,4	12,0
	6 »	16,5	13,0
	8 »	18,4	14,4
	9 »	18,9	14,8
	12 »	20,4	15,3

» L'accroissement de poids se poursuivait indéfiniment.

» Ces indications montrent que l'on ne saurait parvenir à aucune limite fixe, en opérant dans un espace un peu considérable, saturé d'humidité; l'eau gazeuse se condensant sans limite à la surface des corps solides, à cause des oscillations incessantes du rayonnement calorifique et de la lenteur de l'évaporation consécutive de l'eau ainsi condensée.

» Je crois avoir établi, par les expériences précédentes, le fait de la réversibilité entre l'évaporation au sein d'une atmosphère absolument sèche, de l'eau retenue par les plantes et matières végétales desséchées simplement à l'air ordinaire, et l'absorption de la vapeur d'eau contenue dans l'air ordinaire par les mêmes plantes et matières végétales, absolument privées d'eau au préalable par l'action prolongée d'une température de 110°, ou même du vide froid. La dose d'eau susceptible d'être ainsi fixée sur une plante sèche est, en général, plus faible que la dose d'eau indispensable pour entretenir la vie. La réciprocité qui vient d'être signalée est donc indépendante de toute action vitale; comme le démontrent d'ailleurs les mesures comparatives, exécutées sur les plantes desséchées artificiellement et sur les plantes mortes naturellement.

» Quant à la limite qui répond à la dessiccation spontanée à l'air froid, elle dépend en toute rigueur de la température et de la tension de la vapeur d'eau atmosphérique. Cependant, en fait, ses oscillations sont faibles, tant que cette température et cette tension n'éprouvent point des variations très étendues. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation à l'état de pureté du trifluorure de bore et du tétrafluorure de silicium et sur quelques constantes physiques de ces composés.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons démontré depuis longtemps que, si l'on fait passer un courant de gaz fluor sur du bore ou sur du silicium, ces métalloïdes deviennent incandescents et fournissent des composés gazeux qui fument abondamment en présence de l'air et présentent les caractères des fluorures de bore et de silicium.

» Nous avons pensé qu'il était utile de déterminer les constantes physiques de ces fluorures et de les comparer à celles que peuvent donner les composés BF^3 et $Si F^4$.

» *Fluorure de bore.* — Ce gaz a été préparé en chauffant un mélange de une partie d'anhydride borique fondu et pulvérisé et de deux parties de fluorure de calcium exempt de silice en présence d'un excès d'acide sulfurique concentré. La réaction était effectuée dans un appareil en platine. Le gaz produit passait ensuite dans deux cylindres de cuivre remplis de fluorure de sodium, puis dans deux tubes à boules maintenus à — 80°.

Enfin le gaz était solidifié dans un petit condensateur (¹). Après avoir enlevé les gaz étrangers par l'action du vide, on obtient un solide blanc qui, par élévation de température, nous donne un gaz pur. Nous avons déterminé les points de fusion et d'ébullition de ce composé au moyen d'une pince thermo-électrique. Dans des recherches précédentes, nous avons indiqué les conditions de cette expérience (²). Nous avons obtenu ainsi, sous la pression atmosphérique :

Point de fusion	— 127°
Point d'ébullition	— 101°

» Ces constantes n'avaient pas encore été déterminées.

» Ces deux déterminations ont été vérifiées en préparant le trifluorure de bore par voie synthétique, par union directe du bore et du fluor.

» Le fluor réagit sur un excès de bore pur placé dans un tube de fluorine. Tout l'appareil a été rempli, au préalable, d'azote pur et sec. La combinaison se produit avec incandescence et le gaz passe ensuite dans un tube à boules maintenu à — 80°, dans lequel rien ne se condense. Enfin le gaz est solidifié à — 160° dans un petit condensateur, puis soumis à l'action du vide. Ce fluorure de bore de synthèse fournit un liquide incolore qui bout à — 99° et fond à — 126°. Les différences avec les chiffres précédents sont très faibles et de l'ordre des erreurs d'expérience. Nous croyons les deux premiers chiffres préférables, parce qu'ils ont été obtenus avec une quantité plus grande de matière.

» *Fluorure de silicium.* — Ce composé était préparé par la méthode de Gay-Lussac et Thénard en faisant réagir dans une carafe en verre épais, chauffée au bain de sable, de l'acide sulfurique, sur un mélange à parties égales de sable et de fluorure de calcium. Dans cette préparation, en même temps que le fluorure de silicium se produit, il se dégage toujours des vapeurs d'acide fluorhydrique, bien que l'on ait eu soin d'employer de la fluorine et du sable en poudre très fine. Pour se débarrasser de ces vapeurs acides, nous avons fait passer le gaz dans un tube de verre, rempli de petits fragments de même substance ou de coton de verre, chauffé sur une grille

---

(¹) H. Moissan, *Description d'un nouvel appareil pour la préparation des gaz purs* (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 363).

(²) H. Moissan, *Sur quelques constantes physiques des fluorures de phosphore* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 789).

au rouge sombre. En employant un tube de 40^{cm} de longueur, les dernières traces d'acide fluorhydrique sont détruites. Le gaz passe ensuite dans les appareils à boules, que nous avons décrits précédemment, maintenus à la température de — 60°. Enfin, à la suite, se trouve un petit condensateur entouré d'air liquide et dans lequel tout le fluorure de silicium vient se solidifier. On sépare ensuite l'appareil producteur de gaz, on fait le vide dans le condensateur et, par un tube de 1^{m} de hauteur se rendant sur le mercure, on recueille le gaz tétrafluorure de silicium pur.

» Nous avons répété alors les manipulations indiquées précédemment pour les déterminations des constantes physiques des fluorures de phosphore et nous avons constaté qu'à la pression atmosphérique le fluorure de silicium SiF^4 était solide à — 97° et qu'il se volatilisait sans passer par l'état liquide.

» Précédemment Olzewsky avait indiqué qu'à —102° le fluorure de silicium, à la pression atmosphérique, était solide et que ce corps se volatilisait sans prendre l'état liquide (¹).

» Le fluorure de silicium solide peut être soit transparent, soit blanc, lorsqu'il est traversé par de nombreuses gerçures provenant d'une cristallisation confuse.

» Pour étudier ses constantes à une pression supérieure à 760^{mm} nous avons dû modifier l'appareil précédent.

» A la suite du petit condensateur, nous avons disposé un tube abducteur qui se rendait dans une éprouvette cylindrique fermée par un bouchon solidement assujetti. Cette éprouvette était à moitié remplie de mercure et un tube de verre vertical qui traversait le bouchon devait servir de manomètre pour mesurer la pression. Après avoir rempli tout l'appareil de fluorure de silicium, si on laisse le corps solide du condensateur reprendre l'état gazeux, on voit bientôt la pression augmenter et, lorsque cette pression atteint 2^{atm}, le fluorure de silicium fond à la température constante de — 77°. C'est alors un liquide transparent et très mobile.

» L'ébullition de ce liquide s'est produite à — 65° sous une pression de 181^{cm} de mercure.

» En opérant dans l'appareil classique de notre confrère M. Cailletet, nous avons pu établir que le fluorure de silicium a, comme point critique, —1°,5 et, comme pression critique, 50^{atm}.

(¹) OLZEWSKI, *Détermination de la température de solidification de quelques gaz et de quelques liquides* (*Monatshefte für Chemie*, t. V, 1884).

» Nous avons repris ces déterminations avec du fluorure de silicium préparé par l'action du fluor sur le silicium cristallisé. La réaction est produite dans un tube de fluorine en employant le dispositif que nous avons décrit précédemment pour le fluorure de bore.

» Ce gaz, préparé par voie synthétique, nous présente comme point de volatilisation du corps solide et comme température critique les mêmes constantes que le fluorure de silicium obtenu par la méthode de Gay-Lussac et Thénard.

» L'ensemble de ces expériences établit donc d'une façon certaine l'identité des composés préparés par voie synthétique au moyen du fluor et des métalloïdes avec le trifluorure de bore BF^3 et le tétrafluorure de silicium SiF^4 préparés par réactions chimiques. »

GÉOLOGIE. — *Sur la nature des charriages.* Note de M. **Ed. Suess.**

« C'est aux géologues français et suisses, avant tous à M. Marcel Bertrand, que la Science doit les premières observations exactes sur le grand phénomène désigné sous le nom de *charriage.* Nous entendons par là la somme des mouvements à la base d'une nappe chevauchante. Jensen et Kornerup ont montré que près de Julianshaab la glace, avançant entre les rochers de Kangarsuk et le nunatak de Nasausak, s'enfonce vers le bas, puis remonte et apporte les blocs de la moraine du fond à la surface. Ceux-ci apparaissent au jour en formant un arc, que l'on peut appeler *arc de charriage*, et à Nasausak on voit même deux arcs de charriage successifs.

» Dans les Alpes, les arcs de charriage sont, ou entamés profondément par la dénudation, ou influencés par des mouvements postérieurs, ou il arrive que, probablement après avoir surmonté des obstacles, les nappes surplombent de telle manière que le front de la nappe ou la charnière anticlinale se dirige de haut en bas. C'est le cas dans certains des profils de M. Lugeon, et aussi dans le profil du Simplon publié dernièrement par M. Schardt. Les soi-disant racines des nappes, qui ne sont souvent que des synclinaux écrasés, peuvent être regardées comme les origines des nappes successives; mais, pour se rapprocher de plus près de l'origine commune du grand phénomène, il faut traverser le Simplon et le Mont-Rose vers le sud. Là on rencontre, avant de toucher à la limite des Dinarides, l'énorme plaie de la croûte terrestre, l'*immane frattura*, comme disent MM. Artini et Melzi, désignée ordinairement sous le nom de *zone d'Ivrée.* Elle est formée

par des diabases, gabbros, péridotites et autres roches basiques; près de Varallo, il y a des mines de nickel. Cette zone de roches profondes sort de la plaine lombarde avec une largeur de 10^{km}, devient plus étroite vers le nord-nord-est et prend la forme d'intercalations amphiboliques dans le gneiss. Elle passe entre le lac Majeur et le Simplon, atteint le nord de ce lac et du lac de Come et traverse les hautes montagnes au nord de la Valteline inférieure. Des parties de calcaire saccharoïde avec des minéraux accessoires se trouvent au milieu de ces roches profondes. Les couches de Devero du Val Antigorio appartiennent, selon M. Schardt, à la série mésozoïque du Simplon, et les schistes verts, amphibolites et gabbros qui les accompagnent ne sont qu'une des bandes latérales de la zone d'Ivrée. Cela découle des travaux de MM. Traverso et Stella. Telle est la manière dont les roches basiques entrent dans la région des anticlinaux surplombants.

» Je ne saurais exprimer une opinion sur la tectonique des roches basiques à l'est et au nord de Chiavenna; mais, dans les Grisons et l'Engadine, les intrusions de diabase, de gabbro et de serpentine se montrent sous des formes très instructives. M. Steinmann et son école ont montré qu'elles se trouvent, le plus souvent, aux niveaux de charriage. C'est aussi le cas sur presque tout le front sud du Rhæticon, et l'on voit les mêmes roches encore dans les *klippen* d'Iberg. Leurs traces sont fort répandues dans les Alpes occidentales, et la zone d'Ivrée n'est pas la seule grande occurrence de roches basiques dans les Alpes italiennes.

» La frontière du Tibet offre un exemple analogue de l'introduction des roches volcaniques (andésite, diabase et serpentine) dans un horizon de charriage. Les descriptions de MM. Griesbach, Diener et surtout celle, très détaillée, de feu M. von Krafft nous apprennent que la série permienne, triasique et liasique à faciès tibétain repose aux monts Kiogarh sur le flysch et la série mésozoïque à faciès himalayen. C'est évidemment l'effet d'un chevauchement venu du nord ou du nord-est, qui a apporté la nappe tibétaine, et au niveau du charriage, apparaissent des roches basiques pétries de blocs tibétains. Quelquefois, un filon de ces roches se dégage vers le haut et perce la nappe tibétaine.

» C'est ainsi qu'on arrive à la question de savoir *si les soi-disant guirlandes de l'Asie orientale* (Kouriles, etc.) *ne sont que des arcs de charriage*. Sans entrer dans les détails, je me contenterai d'observer que la façon dont se rencontrent ces arcs est, en grand, analogue à la manière dont se rencontrent et s'entrecoupent les bords de nappes chevauchées et différente de la forme de commissure nommée *Schaarung* par les Allemands. Aussi n'a-

t-on pas encore réussi à mettre aucune de ces guirlandes en rapport direct avec une des grandes zones de plissement du continent asiatique.

» La synthèse brillante de Daubrée nous a appris à regarder les roches magnésiennes nickelifères ou accompagnées de fer chromé (ordinairement avec des traces de nickel) comme des roches très profondes. Mais, en comparant les grandes chaînes de montagnes, on remarque que les roches profondes ne sont guère répandues dans les soi-disant axes cristallins de ces chaînes, qui forment la base de l'édifice, tandis qu'elles apparaissent assez souvent dans de longues bandes vers le front extérieur de ces mêmes chaînes, intercalées dans les couches crétacées et même tertiaires. Elles ne sont que rarement accompagnées de pointements de roches acides. Les longues traînées de serpentine dans le flysch sont bien connues; dans l'Arrakan, on les range dans le Crétacé supérieur; dans l'Apennin septentrional, M. Trabucco distingue trois niveaux différents d'intercalation de la serpentine dans l'Éocène inférieur, moyen et supérieur. Il semble n'y avoir aucune trace de pareilles roches dans les terrains crétacés ou tertiaires du *Vorland* voisin. L'apparition des roches basiques dans les niveaux de charriage ou près d'eux doit diriger de nouveau l'attention des géologues sur ces bandes de roches profondes, dans les parties extérieures des chaînes de plissement. »

» Comme suite à la Communication de M. *Éd. Suess*, M. **Michel Lévy** signale qu'un jeune Ingénieur des Mines, M. Glasser, a récemment fait paraître un remarquable Mémoire sur les lherzolites et serpentines nickelifères de la Nouvelle-Calédonie [1], dans lequel il établit que cette grande formation est charriée sur les terrains secondaires. »

M. **Painlevé** présente à l'Académie le Tome VIII de la *Collection de Monographies sur la Théorie des fonctions*, intitulé : « Leçons sur les fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynomes », par M. *Émile Borel*, volume auquel il a collaboré en y rassemblant sous forme synthétique ses propres recherches sur les séries de polynomes.

---

(1) E. Glasser, *Rapport à M. le Ministre des Colonies sur les Richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie* (*Annales des Mines*, 10e série, t. IV, 1903, p. 354).

M. Albert Gaudry, en présentant à l'Académie un travail intitulé : *Fossiles de Patagonie, dentition de quelques animaux*, s'exprime ainsi :

« L'Académie sait que M. André Tournouër a entrepris d'importantes fouilles en Patagonie. Elle lui a donné un prix en 1902, pendant qu'il exécutait sa quatrième exploration. Il se prépare à partir pour une cinquième. Il a donné au Muséum une multitude de fossiles, dont quelques-uns, tels que *Pyrotherium*, *Astrapotherium*, *Homalodontherium*, étaient gros comme des Mastodontes. Leur intercalation dans les collections de Paléontologie du Muséum soulève des difficultés pour la raison que voici : ces collections sont rangées géologiquement, suivant les époques où les animaux ont paru, et, lorsqu'on les passe successivement en revue,on se rend compte de la marche de l'évolution, qui jusqu'à présent paraissait avoir été à peu près la même dans tout le monde. Mais les fossiles de la Patagonie nous apprennent que leur marche n'a pas été semblable à celle des fossiles de nos pays. Par exemple le Miocène se trouve dans le même état d'évolution que notre Éocène et dans un état absolument différent de celui de notre Miocène. Il formera donc un étrange contraste dans les vitrines de la galerie de Paléontologie du Muséum.

» Si les fossiles de Patagonie s'éloignent beaucoup des nôtres, ils présentent entre eux de nombreux traits de ressemblance. On voit ces ressemblances dans les étages du Deseado, du Coli-Huapi, placés au-dessous du Patagonien, et dans le Santacruzien, placé au-dessus. Dans le Mémoire que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, j'ai réuni les figures d'un grand nombre de genres de Patagonie pour tâcher de faire saisir leurs rapports et leurs différences. »

M. Gaston Bonnier offre à l'Académie le troisième fascicule du *Cours de Botanique* qu'il publie en collaboration avec M. *Leclerc du Sablon*.

« Ce fascicule renferme la description des familles d'Angiospermes Dicotylédones, plantes vivantes et plantes fossiles, comprenant pour chaque famille : les caractères généraux, les principales divisions, le développement et la structure anatomique, la distribution géographique, les adaptations, les propriétés et usages.

» Des tableaux et des graphiques spéciaux indiquent après chaque série de familles les distinctions et les liaisons à établir entre les divers groupes de plantes. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le compte rendu de la 32e session de l'Association française pour l'avancement des Sciences (Angers, 1903. 2e Partie : Notes et Mémoires). (Présenté par M. A. Giard.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une surface hyperelliptique.* Note de M. Traynard, présentée par M. Painlevé.

« Dans une Note précédente [1], j'ai montré comment s'introduisait la considération des fonctions thêta relatives au Tableau de périodes :

$$(T_M) \qquad \begin{cases} \frac{2i\pi}{M} & 0 & a & b \\ 0 & 2i\pi & b & c \end{cases}$$

et j'ai donné quelques résultats relatifs aux surfaces pour lesquelles les coordonnées d'un point s'expriment par des fonctions paires relatives au Tableau (T_2).

» Je suppose maintenant $M = 4$; il y a quatre fonctions du quatrième ordre relatives au Tableau (T_4); ce sont les fonctions

$$\Theta_{0r}(u, v), \qquad r = (0, 1, 2, 3).$$

» Je considère la surface

$$x_1 = \Theta_{00}(u, v), \qquad x_2 = \Theta_{02}(u, v), \qquad x_3 = \Theta_{01}(u, v), \qquad x_4 = \Theta_{03}(u, v).$$

» On sait que x_1, x_2, $x_3 + x_4$ sont des fonctions paires, et que $x_3 - x_4$ est une fonction impaire. Le degré de cette surface est donc

$$\frac{2.4.4}{4} = 8.$$

(1) *Comptes rendus*, 8 février 1904.

» Son équation a la forme suivante :

$$\begin{aligned}[A(x_1^2+x_2^2)^2+B(x_1^2+x_2^2)x_3x_4+Cx_3^2x_4^2+A'(x_3^2+x_4^2)^2 \\ +B'(x_3^2+x_4^2)x_1x_2+C'x_1^2x_2^2]^2 \\ -\lambda^2(x_1^2-x_2^2)^2\{[m(x_1^2+x_2^2)+nx_3x_4]^2 \\ -4[p(x_3^2+x_4^2)+qx_1x_2]^2\}=0.\end{aligned}$$

» On arrive facilement à exprimer les coefficients en fonction des quantités que j'ai appelées α, β, γ, δ, et qui sont les valeurs des 4 fonctions thêta du second ordre pour $u=v=0$.

» Le fait qu'on n'a pu trouver encore, pour un Tableau *normal* de périodes, des surfaces hyperelliptiques de degré inférieur à 8 m'a fait penser qu'il y aurait quelque intérêt à signaler l'existence de la précédente qui se présente de la façon la plus naturelle. Il m'a d'ailleurs été impossible d'obtenir des surfaces des degrés 7 ou 6 pour lesquelles les coordonnées soient de véritables fonctions thêta de deux variables (¹). »

GÉODÉSIE. — *Sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises.* Note de M. P. **Helbronner**, présentée par M. Michel Lévy.

« La connaissance détaillée de la chaîne française des Alpes au point de vue topographique n'a réellement commencé qu'avec le superbe travail de Bourcet et Villaret au milieu du XVIIIe siècle.

» Le seul travail ultérieur original sur lequel reposent toutes les nombreuses Cartes éditées depuis le milieu du XIXe siècle est la Carte de l'État-Major au $\frac{1}{80000}$, achevée il y a une trentaine d'années, et dont les revisions continuent toujours. La géodésie de premier ordre de la région alpine a été exécutée presque dès le début. La géodésie de deuxième et de troisième ordre et le travail topographique ont été poursuivis à une époque où les montagnes étaient d'un accès plus difficile qu'aujourd'hui. Il en résulte qu'elles sont relativement peu étudiées, même souvent très inexactes dans les hautes régions. De plus, l'échelle du $\frac{1}{80000}$ est reconnue tout à fait insuffisante. Le $\frac{1}{20000}$ paraît convenir le mieux au but proposé. Une revision, ou plutôt une réfection complète de notre Carte nationale, s'impose donc pour ces régions. Si, en effet, le Service géographique de l'Armée a, d'une part, commencé les travaux d'une carte de France au $\frac{1}{50000}$, ceux-ci ne touchent pas encore à la région alpine, et si, d'autre part, la section des

(¹) Voir Picard, *Journal de Mathématiques*, 4e série, t. I, p. 336; Humbert, *Journal de Mathématiques*, 4e série, t. IX, p. 436.

levés de précision de ce Service a exécuté certains levés, ces derniers ne sont pas à la disposition du public et, en tout cas, quand ils portent sur les hautes chaînes et les détails glaciaires, ils ne recherchent pas les multiples détails, notamment d'emplacement et de toponymie des cimes ou des cols qui ont pris actuellement presque tous une importance réelle aux yeux des touristes, des alpinistes et des officiers de l'armée des Alpes.

» Nous avons entrepris de collaborer aux travaux destinés à remédier à cette insuffisance si souvent constatée en nous livrant à l'étude de la géodésie des hautes chaînes glaciaires des Alpes françaises pour constituer un réseau précis et détaillé sur lequel pourront s'appuyer les travaux ultérieurs des topographes.

» Dans ce but, les Alpes ont été décomposées en massifs dont la texture sera déterminée par le relevé précis de tous les points remarquables des lignes de faîte principales et secondaires, et par une série de points dans les vallées ou à mi-hauteur.

» Le massif du Mont-Blanc est hors de cause; la carte de MM. Henri et Joseph Vallot, dont l'exécution se poursuit actuellement depuis plus de 10 ans, va en effet présenter un des plus beaux spécimens d'application des méthodes modernes de Géodésie et de Topographie.

» Dans nos opérations, nous adoptons comme bases les triangles du premier ordre du Dépôt de la Guerre, après examen de leurs données pour lesquelles une compensation générale fait défaut.

» Il est intercalé dans ces grands triangles une série de stations primaires et secondaires totalement indépendantes des deuxième et troisième ordres du Dépôt de la Guerre, auxquelles s'adjoignent des stations de relèvement. De toutes ces stations rayonnent des visées d'intersection sur des signaux ou sur des repères naturels des crêtes. Les signaux sont, en général, placés par des équipes de guides, avant la campagne d'été, sur les sommets les plus importants ou sur les cols. Ils ont la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire constitué par des pierres sèches de gros volume et mesurent de $1^m,50$ à 3^m de hauteur. Un grand nombre est peint à la couleur blanche à l'huile.

» Une des caractéristiques du travail réside dans le stationnement aux grandes altitudes avec le théodolite. Malgré la longueur des marches et escalades nécessaires, il a pu être fait déjà des stations de 6 à 13 heures sur des sommets atteignant près de 3500^m.

» Tous les points stationnés, intersectés ou relevés sont soumis à la compensation graphique par la méthode de M. Hatt, modifiée dans certains détails par M. Henri Vallot. Les coordonnées géographiques en sont déduites en prenant comme points de départ les coordonnées et l'azimut d'un côté du premier ordre du Dépôt de la Guerre. Les altitudes sont ensuite calculées et fixées par moyennes sur toutes les observations

intéressant chaque point géodésique. Elles s'appuient autant que possible sur les repères du Service du Nivellement général de la France.

» Une série de tours d'horizon photographiques permet de compléter la détermination détaillée des arêtes par des points, dits *points photographiques*, obtenus par la méthode des levés par perspective.

» Le travail déjà accompli durant la première campagne, celle de 1903, porte sur les trois massifs d'Allevard, des Sept-Laux et de la Belle-Étoile. Le canevas géodésique intéresse 160^{km^2} et comprend la détermination d'environ 80 points.

» La campagne de 1904, très favorisée par la continuité des belles journées de l'été, a porté sur les massifs de Belledonne, des Grandes Rousses, de Taillefer et des Arves. Il a été fait 45 stations primaires et secondaires dont plus d'une dizaine sur des sommets d'altitude variant de 2800^m à 3500^m, notamment au Pic de l'Étendard, sommet culminant des Grandes Rousses, au grand Pic de Belledonne, sommet culminant du massif de ce nom, à l'Aiguille de Goléon, etc. Les quatre points du premier ordre du Dépôt de la Guerre : *Pic du Frêne, Goléon, Taillefer, Rocher Blanc des Sept-Laux* (ce dernier pour la seconde fois) ont été stationnés; les axes des signaux, construits vers 1830 et retrouvés en assez bon état, servent de points de départ pour cette campagne. Ce canevas couvre environ 500^{km^2} dans lesquels plus de 170 points géodésiques seront déterminés. En chaque station, il a été pris une mesure de la déclinaison magnétique.

» La campagne de 1905 est en préparation depuis l'été dernier, par la construction des signaux nécessaires : elle portera uniquement sur l'important massif du Pelvoux. »

AVIATION. — *Sur un nouveau mode de construction des hélices aériennes.* Note de M. CH. RENARD, présentée par M. Maurice Levy.

« Nous avons réussi à construire des hélices sustentatrices de $2^m,50$ de diamètre qui restent parfaitement indéformables sous les efforts de la poussée, bien que leur poids ne soit que de 3^{kg}. Des hélices de construction ordinaire, semblables à celles de 1^m de diamètre que nous avons présentées à l'Académie le 23 novembre 1903, auraient pesé environ 8^{kg} et auraient présenté moins de solidité à vitesse égale. Nous sommes d'ailleurs certain de pouvoir réduire encore ce poids dans nos prochains essais sans compromettre en rien ni la rigidité, ni la solidité du système.

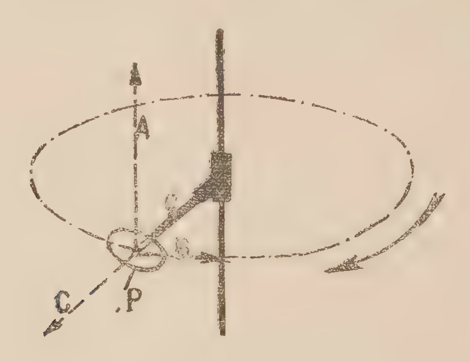
» Le principe de la construction de ces hélices légères est le suivant :

» Considérons une aile d'hélice réduite à un petit plan oblique P portée par un bras unique Q. Sous l'influence du mouvement de rotation dans le sens de la flèche, le petit plan P est soumis aux trois forces :

» 1° *Poussée* A parallèle à l'axe;

» 2° *Traînée* B dirigée en sens inverse du mouvement et tangentiellement à la circonférence décrite par le centre du petit plan;

» 3° *Force centrifuge* C dirigée suivant le rayon de giration.



» Si, comme on le fait d'habitude, le bras Q est perpendiculaire à l'axe de rotation, la force centrifuge C produit une tension longitudinale du bras qui le fatigue assez peu. La force A tend à fléchir le bras dans le plan COZ et la force B à le fléchir dans le plan du cercle décrit par le centre du plan.

» Cette dernière est d'ailleurs beaucoup plus faible que la première (environ $\frac{1}{5}$ dans les bonnes hélices), de sorte que le bras est surtout fatigué par la force A qui lui impose un moment fléchissant prépondérant auquel il lui faut résister sans trop de déformation.

» De là la nécessité de donner au bras des dimensions et un poids relativement considérables.

» Les choses changent complètement si l'on articule le bras à la cardan à une petite distance de l'axe de rotation *en le laissant ainsi libre de prendre la direction de la résultante des trois forces qui lui sont appliquées*.

» Le bras ne travaille plus alors *par flexion* mais *par extension* seulement. Il se fixe avec la plus grande stabilité dans une orientation qui résulte de deux déviations, l'une dans le plan méridien, l'autre dans le plan du parallèle et la limite de sa résistance est ainsi reculée dans une proportion considérable.

» Il est facile de voir que la position que prend le bras est indépendante de la vitesse, car les forces A, B et C sont toutes trois proportionnelles au carré de la vitesse. Supposons maintenant qu'on ait déterminé par expérience l'orientation du bras sous l'influence de ces trois forces, il sera inutile de conserver l'articulation à la cardan et il suffira pour placer le bras dans les conditions favorables où il ne travaille que par extension de le

fixer dans la position qu'il tendrait à prendre naturellement s'il était librement articulé. On a ainsi un mode de construction rationnel et simple d'hélices présentant en apparence l'aspect d'un solide rigide exposé aux efforts de flexion et qui en réalité n'y est pas soumis et n'a d'autres efforts à craindre que des efforts d'extension simple.

» En raison de la prépondérance marquée de l'effort de flexion dû à la poussée A, on peut souvent se contenter d'incliner le bras dans le plan méridien de façon à le placer dans la position favorable d'extension simple dont nous venons de parler. Le bras n'aura plus alors à supporter que le faible effort de flexion dû à la traînée, lequel n'est que le quart ou le cinquième du premier dans les bonnes hélices.

» Si m est la masse en rotation (supposée concentrée au centre du plan), la force centrifuge C a pour valeur $C = m\frac{v^2}{r}$, tandis que la poussée a pour valeur $A = kv^2$ (r distance du centre du plan à l'axe de rotation).

» L'inclinaison naturelle du bras sur la normale à l'axe est $\frac{A}{C} = \frac{kr}{m}\cdot$ Pour des hélices semblables, géométriquement et matériellement, cette inclinaison est constante, car on a

$$k = \lambda r^2 \qquad \text{et} \qquad m = \mu r^3,$$

d'où

$$\frac{A}{C} = \frac{\lambda r^3}{\mu r^3} = \frac{\lambda}{\mu} = \text{const.}$$

» L'hélice dont nous présentons la photographie a été construite d'après ces principes. L'inclinaison des bras est de $\frac{1}{10}$ et l'on a calculé les masses de façon à annuler le moment de flexion dû à la poussée.

» Cette légère inclinaison n'altère pas les propriétés de l'hélice. Son coefficient de poussée s'est trouvé juste égal à celui que le calcul nous avait fait prévoir en partant de nos expériences sur les hélices optima de 1^{m} de diamètre (proportionnalité du coefficient de poussée à la quatrième puissance du diamètre).

» La formule $A = kan^2x^4$ se trouve ainsi vérifiée (a poids du mètre cube d'air, n nombre de tours par seconde, x diamètre en mètres).

» Pour annuler le faible moment fléchissant dû à la traînée B, il faudrait prendre un dispositif analogue *aux rayons tangents* des roues de bicyclette en inclinant les bras dans le plan du cercle décrit, ce qui revient à les faire passer à une petite distance de l'axe de rotation qu'ils ne rencontrent plus.

» Cette disposition ne présenterait d'ailleurs aucune difficulté. Nous n'avons pas cru devoir l'adopter pour ces premières hélices.

» Nous présentons à l'Académie deux modèles de petites hélices schématiques de $0^m,50$ de diamètre dans lesquelles on a réellement articulé les bras pour les laisser libres de prendre la position de moindre fatigue.

» Dans le premier modèle, on n'a qu'une seule articulation qui permet au bras de céder à la poussée A seulement.

» On voit, en mettant l'appareil en mouvement, que les bras s'inclinent légèrement et se fixent dans une position invariable, quelle que soit la vitesse.

» Dans le second appareil, l'articulation est double et les bras cèdent à la fois aux deux efforts de *traînée* et de *poussée*. L'hélice se fixe encore dans une position absolument indépendante de la vitesse de rotation.

» On a depuis longtemps songé à utiliser la force centrifuge pour raidir les surfaces des hélices aériennes, mais le plus souvent on s'était contenté de construire ces hélices au moyen de surfaces de toile souple alourdies à la circonférence par des poids en plomb ou autres matières. Ce mode de construction ne se prête pas à l'exécution des surfaces correctes et parfaitement lisses sans lesquelles *la qualité* des hélices sustentatrices ne peut être bonne.

» La méthode que nous venons d'indiquer et dont nous avons fait une première application permet au contraire de concilier les exigences d'une construction rigide et correcte avec un allègement considérable des appareils.

» Le problème de la sustentation par les hélices en devient beaucoup plus facile. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les explosions de chaudières.*
Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Maurice Levy.

« L'explosion de locomotive survenue le 4 juillet dernier à la gare Saint-Lazare a produit des effets dynamiques dont l'importance a paru d'autant plus surprenante que la pression ne dépassait pas 8^{kg} à 9^{kg}. Quelques ingénieurs ont émis, à ce sujet, l'idée que la sortie instantanée d'une grande masse d'eau et de vapeur avait pu déterminer, par réaction, à l'intérieur de la chaudière, une surpression considérable. Cette hypothèse ne résiste pas à un examen attentif.

» Pour analyser nettement le phénomène, considérons le cas simple d'un cylindre vertical renfermant de l'eau chaude à la température absolue T_0, sous la pression correspondante p_0. Plaçons sur la surface libre un piston chargé d'abord du poids nécessaire pour équilibrer la pression, puis supprimons brusquement le poids, de façon à ne plus avoir sur le piston que la pression atmosphérique. Le piston va être projeté de bas en haut, suivi par le mélange d'eau et de vapeur. Admettons que le mouvement ait lieu dans le cylindre par tranches horizontales et négligeons les pressions dues au poids de l'eau. La chute de pression produit immédiatement, au contact du piston, une vaporisation partielle. La vaporisation se propage de haut en bas et, au bout du temps t, le fluide est composé de deux parties : l'une, encore liquide, occupe, à partir du fond, une hauteur z; l'autre, plus ou moins vaporisée, surmonte la première. La tranche qui les sépare, et qui est sur le point de se vaporiser, renferme de l'eau à la température T_0. La pression de cette tranche est p_0, car, si elle surpassait p_0, la vaporisation ne pourrait se produire et, si la pression n'atteignait pas p_0, la vaporisation serait déjà commencée. En vertu du principe de Pascal, la même pression p_0 règne dans toute la partie liquide, qui est encore immobile. On voit que, tant qu'il reste dans le cylindre une partie liquide, la pression sur le fond demeure égale à p_0. Dès que la vaporisation s'étend à la totalité du fluide la pression sur le fond diminue.

» Il est intéressant de calculer le temps au bout duquel la pression sur le fond commence à décroître. A cet effet, cherchons la vitesse $V = -\frac{dz}{dt}$ avec laquelle se déplace la tranche séparative, ci-dessus définie. Le changement d'état, dans la partie qui est en train de se vaporiser, peut être regardé comme adiabatique et il s'ensuit que, dans cette partie, la pression p est fonction de la densité ρ. Ceci étant, la théorie bien connue de Hugoniot, relative à la propagation d'une discontinuité dans un milieu fluide, montre que V est égal à $\sqrt{\frac{dp}{d\rho}}$.

» On sait que, dans la transformation adiabatique d'un mélange d'eau et de vapeur, si x désigne la proportion de vapeur, C la chaleur spécifique de l'eau, r la chaleur latente de vaporisation, l'expression $C \log T + \frac{rx}{T}$ est constante. En différentiant cette relation et faisant ensuite $x = 0$, puisque, pour la tranche considérée, la vaporisation est à son début, on a

$$C\,dT + r\,dx = 0.$$

» D'autre part, si σ est le volume spécifique de l'eau et u l'excès du volume spécifique de la vapeur sur celui de l'eau, à la température T, on a, en appelant ρ_0 la densité de l'eau :

$$\rho(\sigma + ux) = \rho_0\sigma.$$

» Différentions, en regardant σ et ρ_0 comme constants, et faisons ensuite $x = 0$,

d'où $\rho = \rho_0$. Il vient

$$\sigma\, d\rho + \rho_0 u\, dx = 0.$$

» Entre les deux relations précédentes, éliminons dx, puis calculons l'expression $\frac{dp}{d\rho}$, égale à $\frac{dp}{dT}\frac{dT}{d\rho}$. Il vient

$$\frac{dp}{d\rho} = \frac{r\sigma}{u\rho_0 C}\frac{dp}{dT}.$$

On connaît d'ailleurs la relation $r = ATu\frac{dp}{dT}$ dans laquelle A désigne l'équivalent calorifique du travail.

» Par suite $V^2 = \frac{dp}{d\rho} = \frac{AT\sigma}{\rho_0 C}\left(\frac{dp}{dT}\right)^2$. Dans cette formule, il faut donner à T la valeur T_0. $\frac{dp}{dT}$ est fourni par la Table de Zeuner. On peut, avec une approximation bien suffisante, prendre la chaleur spécifique C égale à l'unité, la densité ρ_0 (masse du mètre cube d'eau) égale à $\frac{1}{g}$ et le volume spécifique σ de l'eau (volume du kilogramme) égal à $\frac{1}{1000}$. Faisant en outre $A = \frac{1}{425}$, on obtient $V = 0,0048\frac{dp}{dT}\sqrt{T}$. Pour une température centigrade de 150° (T = 423), on a $\frac{dp}{dT} = 1308$, d'où $V = 128^m$. Il faut donc environ un centième de seconde pour qu'avec une couche d'eau de 1^m à 150° la chute de pression commence à se faire sentir jusqu'au fond.

» On comprend ainsi pourquoi tout commencement de rupture d'une chaudière tend à amener le morcellement général : la pression ne baissant pas instantanément au contact des parois, celles-ci se comportent comme une étoffe sur laquelle on continue à tirer après l'avoir divisée en un point. Mais la violence de l'explosion du 4 juillet doit s'expliquer d'une autre manière. Sans entrer dans le détail, je me borne à dire qu'on peut l'attribuer à une grande déchirure de la plaque tubulaire, ayant permis à l'eau chaude d'achever sa vaporisation au contact du charbon incandescent et de venir en outre frapper avec une grande vitesse les faces internes des parois du foyer. Je laisse de côté la recherche de la cause initiale de l'explosion, qui demanderait de longs développements. »

PHYSIQUE. — *Diffusion rétrograde des électrolytes.* Note de M. E. BOSE, présentée par M. H. Becquerel.

« M. J. Thovert a communiqué (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 826) quelques expériences sur la diffusion rétrograde d'un électrolyte, réparti primitivement d'une façon uniforme dans un liquide, dans le cas où l'on fait diffuser dans ce dernier un second électrolyte. Il ajoute que ses résultats s'expliquent fort bien par la théorie électrolytique de la diffusion de M. W. Nernst.

» L'auteur de cette Note, en collaboration avec M. R. Abegg, a déjà, en 1899, prédit de tels phénomènes de diffusion rétrograde comme conséquence de la théorie générale osmotique du couple galvanique de M. Nernst.

» R. Abegg et E. Bose ont établi dans plusieurs Communications (*Berichte der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur*, Sitzung von 26. juli 1899; *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XXX, 1899, p. 545; *Physikalische Zeitschrift*, t. I, 1899, p. 17) les équations différentielles pour les cas examinés par M. Thovert. L'intégration de ces équations différentielles a fourni des formules approximatives :

» 1. Pour les quantités diffusées des deux sels. On peut voir directement qu'on doit avoir une diffusion rétrograde comme l'a obtenue M. Thovert, et l'on peut déterminer d'avance le sens dans lequel ce phénomène a lieu.

» 2. Pour les vitesses de diffusion, qui sont changées vis-à-vis de la diffusion du même sel dans l'eau pure. Ces variations peuvent être déterminées d'avance non seulement en signe (accélération ou retard), mais encore quantitativement, comme le montrent des expériences d'Abegg et Bose.

» 3. Pour les différences de potentiel, dans lesquelles M. Thovert voit très justement la cause du phénomène en discussion. Les formules pour les forces électromotrices entre deux solutions, contenant les mêmes quantités d'un sel et deux quantités différentes d'un autre, sont examinées dans un travail de M. O. Sackur [*Thèse de Doctorat*, Breslau, 1901 (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XXXVIII, 1901, p. 129)]. Qu'il me soit permis de citer quelques résultats de M. Sackur pour montrer l'accord très suffisant des résultats expérimentaux avec la théorie approximative (formules données par Abegg et Bose) :

Différences de potentiel		Différences de potentiel	
calculées.	trouvées.	calculées.	trouvées.
0,0050	0,0051	0,0021	0,0020
0,0035	0,0039	0,0084	0,0078

Différences de potentiel calculées.	Différences de potentiel trouvées.	Différences de potentiel calculées.	Différences de potentiel trouvées.
0,0064	0,0061	0,0205	0,0209
0,0124	0,0128	0,0147	0,0136
0,0096	0,0096	0,0096	0,0091
0,0067	0,0067	0,0062	0,0066
0,0042	0,0043	0,0302	0,0296
0,0120	0,0120	0,0225	0,0227
0,0084	0,0079	0,0160	0,0159
0,0050	0,0054	0,0102	0,0098

» Il me semblait intéressant de communiquer ces résultats parce qu'ils montrent que les résultats des expériences de M. Thovert étaient déjà prévus par la théorie de Nernst et parce qu'ils sont une vérification des conséquences tirées de cette théorie par Abegg et Bose. »

PHYSIQUE. — *Sur le dosage de la radioactivité temporaire pour son utilisation thérapeutique.* Note de M. **Th. Tommasina**, présentée par M. H. Becquerel.

« Poursuivant l'étude du pyrorayonnement et de la radioactivité temporaire qu'acquièrent des substances quelconques, soumises à son action pendant quelque temps ([1]), j'avais été amené à rechercher des dispositifs pour augmenter l'intensité du phénomène, non seulement dans le but de rendre plus facile sa production, mais encore pour pouvoir doser soit l'intensité, soit la durée de la radioactivité acquise par les différents corps. Un tel dosage a certainement une importance capitale dans l'utilisation thérapeutique de cette radioactivité qui, n'étant accompagnée d'aucune substance nuisible, peut être introduite dans l'organisme par les voies digestives, ou même directement dans le sang par injections.

» Ce sont les rayons de Röntgen qui m'ont permis de résoudre le problème. J'ai reconnu que l'intensité et la durée du pouvoir radioactif que les corps acquièrent sont proportionnelles à l'état d'ionisation du milieu, lorsque cet état est provoqué par une émission de rayons X, donc proportionnelles à l'intensité et à la durée de cette émission.

» Il suffit d'avoir tout le nécessaire pour la production des rayons de Röntgen pour

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1157.

pouvoir faire acquérir à une substance quelconque une radioactivité suffisamment intense qui peut durer plusieurs jours avant de disparaître complètement. Même les individus vivants peuvent être radioactivés ; ainsi un jeune moineau a été maintenu en charge pendant plus de 3 heures sans qu'il manifestât aucun dérangement ni crainte, car le rayonnement Röntgen ne doit pas frapper le patient, on peut laisser agir le tube focus dans une armoire entr'ouverte, dirigeant ses rayons vers l'intérieur de l'armoire, l'ionisation de l'air se propageant par diffusion. Un malade pourra donc être activé sur son lit; il suffira de placer ce dernier sur des supports qui l'isolent du sol et de mettre le malade en communication, par un dispositif approprié selon le cas, avec l'armature intérieure d'une bouteille de Leyde, dont l'armature extérieure est mise à la terre ainsi que le pôle positif de la bobine d'induction; entre le pôle négatif de la bobine et l'armature intérieure de la bouteille de Leyde éclatent des décharges rapides de 1^{cm}, mais il faut intercaler entre cette même armature et le corps à activer une corde humide, que j'ai remplacée dernièrement par un tube à vide peu résistant, obtenant ainsi une marche plus régulière. C'est le dispositif que MM. Elster et Geitel ont utilisé en 1901 pour étudier la radioactivité induite par l'air atmosphérique sur les corps électrisés négativement ([1]). Ce système donne une radioactivation plus intense que la pyroradioactivité et, comme le même dispositif se prête à la production des rayons X, je l'ai adopté. En effet, j'ai obtenu de très bons résultats en utilisant la même bobine, en fermant simplement le circuit du secondaire sur le tube focus qui agit ainsi dans les intervalles entre chaque décharge sur la bouteille. Avec cette méthode l'air peut être ionisé au degré voulu de façon que le dosage de l'activation soit parfait et aussi intense que l'on désire, entre des limites assez larges.

» Ont été rendus radioactifs toutes sortes de corps solides inorganiques ou organiques, tels que des fruits, des herbes et des animaux vivants, ainsi que toutes sortes de liquides conducteurs ou isolants. L'on peut donc radioactiver toute substance pharmaceutique d'usage interne ou externe, utilisée pour bandages, compresses, etc., ainsi que pour une diète spéciale les aliments solides et liquides, sans y introduire aucune trace des corps radioactifs connus.

» Certainement on ne peut rien affirmer d'avance sur les vertus thérapeutiques de cette radioactivité, mais il y a pourtant le fait parfaitement établi de l'ionisation produite par toute radioactivité, lequel semble indiquer une influence qui faciliterait ou même provoquerait l'électrolyse. Si la chose est ainsi, ceci ferait présumer une action heureuse pour l'assimilation rapide et plus complète de certains médicaments, comme par exemple le fer dans la cure de l'anémie. En outre, la radioactivité, qui semble la cause des propriétés thérapeutiques de certaines eaux minérales, pourra être accrue par cette méthode, qui peut en donner à celles qui n'en possèdent point. »

([1]) *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, t. XIII, février 1902, p. 113 à 129.

PHYSIQUE. — *Constatation d'une radioactivité propre aux êtres vivants, végétaux et animaux.* Note de M. TH. TOMMASINA, présentée par M. H. Becquerel.

« Dans mes expériences sur le dosage de la radioactivité temporaire acquise par les différents corps (1) je devais faire au préalable des observations électroscopiques aussi exactes que possible, pour reconnaître si le corps à activer n'avait pas déjà une activité propre ou acquise. C'est de cette façon que j'ai pu constater la faible radioactivité que possèdent tous les végétaux fraîchement cueillis, tels que herbes, fruits, fleurs et feuilles, tandis qu'entre les limites du degré de sensibilité de l'électroscope utilisé, les objets du laboratoire, ainsi que les mêmes végétaux desséchés, n'en présentaient que des traces minimes ou plus rien. Il était facile de vérifier que ces traces n'étaient pas de la radioactivité propre car elles disparaissaient après un isolement de 4 jours au maximum.

» Pour reconnaître si les animaux possédaient également une radioactivité propre permanente, j'ai fait construire une cage en treillis métallique en forme de manchon, constituée par deux cylindres concentriques laissant un espace annulaire de quelques centimètres entre eux. Les deux grilles cylindriques étaient fermées en haut et en bas par un disque en métal percé au milieu, pour permettre l'introduction libre du cylindre métallique isolé, fixé sur la tige portant les feuilles sensibles de l'électroscope. C'est sur ce cylindre de métal noirci constituant la capacité de l'électroscope qu'a lieu l'action dispersive due au rayonnement radioactif des animaux qui se trouvent dans la cage dont la forme d'étroit corridor circulaire leur permet de se déplacer tout en restant toujours à la même distance du cylindre disperseur électrisé. La cage contenant l'individu à étudier est ensuite placée dans l'intérieur du grand récipient cylindrique également de métal, noirci autant à l'intérieur qu'à l'extérieur pour empêcher l'action dispersive des rayons ultraviolets, qui fait partie de l'appareil que MM. Elster et Geitel ont inventé pour l'étude de la radioactivité temporaire, appareil que j'ai utilisé dans toutes ces expériences.

» Je n'ai eu encore que le temps de reconnaître l'émission radioactive des oiseaux, mais comme celle-ci, de même que celle des végétaux, se présente avec la plus grande netteté, il ne semble pas y avoir de doutes possibles sur la généralité du phénomène. L'intensité de ce rayonnement que j'ai trouvée plus forte dans les adultes que dans les jeunes, dans les indi-

(1) Voir la Note précédente.

vidus en action que dans ceux au repos, semble proportionnelle à l'intensité de l'énergie vitale. Ce phénomène ayant donc une relation très étroite avec la vie pourrait être interprété comme une *bioradioactivité*, et à ce point de vue, son étude donnera sûrement des résultats théoriques et pratiques très intéressants. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'action des basses températures sur les matières colorantes*. Note de M. **Jules Schmidlin**.

« Il existe, surtout en Chimie minérale, de nombreux cas où l'on observe une influence de la température sur la coloration. Tel est le cas de l'oxyde de zinc et de beaucoup d'autres substances qui, chauffées, prennent une nuance plus foncée. D'autre part, on a constaté que certains corps éprouvent à basse température une décoloration et l'on a déjà énoncé l'hypothèse qu'à la température du zéro absolu tous les corps deviennent blancs.

» Il y avait donc intérêt à étudier l'action des basses températures (air liquide) sur les matières colorantes.

» Ni à l'état solide, ni fixée sur la fibre textile telle que soie ou laine on n'a pu constater un affaiblissement bien sensible de la coloration.

» Mais il en est autrement à l'état dissous. L'alcool forme en se solidifiant des dissolutions solides et permet ainsi d'observer l'influence de la basse température sur la matière colorante.

» Beaucoup de matières colorantes n'éprouvent en solution alcoolique aucun changement de couleur (bleu de méthylène et vert malachite).

» Mais il se manifeste, par contre, surtout chez les rosanilines, une influence considérable. Dès que l'on plonge un tube renfermant une dissolution alcoolique de chlorhydrate de rosaniline dans l'air liquide, on constate un *affaiblissement notable de l'intensité de la couleur rouge*, il apparaît en même temps une *belle fluorescence* de couleur jaune vert et la dissolution solidifiée prend l'aspect d'une dissolution d'éosine.

» Les sels d'hexaméthylrosaniline présentent le même phénomène, la couleur violette s'affaiblit sensiblement et l'on observe une fluorescence de couleur brune.

» Ceci doit s'expliquer par le fait que les fuchsines possèdent déjà, à température ordinaire, une faible fluorescence rendue visible à cause de l'extinction de la coloration rouge.

» De même, dans les dissolutions alcooliques d'éosine, l'intensité de la couleur rose vue par transparence diminue à basse température, tandis que la couleur de fluorescence reste inaltérée.

» Ces observations, qui montrent que la couleur de fluorescence se comporte différemment de la couleur vue par transparence, sont d'accord avec la théorie de Stokes qui admet que la couleur de fluorescence se produit tout autrement que la couleur de transparence.

» La fluorescence consiste dans une transformation des raies de longueurs d'onde courtes en raies de longueurs d'onde plus grandes, tandis que la couleur de transparence résulte de l'absorption des raies complémentaires, qui consiste dans une transformation du mouvement des ondes lumineuses en mouvement irrégulier des molécules pondérables ; c'est-dire en chaleur. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de combustion du triphénylméthyle et de quelques dérivés du triphénylméthane.* Note de M. **Jules Schmidlin.**

« Les mesures thermochimiques suivantes doivent servir d'orientation pour l'étude de l'énergie mise en jeu dans la synthèse des rosanilines.

» *Trinitrotriphénylméthane* $(AzO^2C^6H^4)^3.CH = 379$. — Préparé d'après les indications de MM. Fischer. Point de fusion : 203°.

» Chaleur de combustion : (7 exp.) $2272^{Cal},8$ à vol. const., $2272^{Cal},9$ à press. const.

» Chaleur de formation : $19C + 13H + 3Az + 6O = C^{19}H^{13}Az^3O^6$ sol. $-32^{Cal},7$.

» *Trinitrotriphénylcarbinol* $(AzO^2C^6H^4)^3C.OH = 395$. — Préparé d'après la méthode de MM. Fischer. Point de fusion : 178°.

» Chaleur de combustion : (3 exp.) $2218^{Cal},3$ à vol. const., $2218^{Cal},2$ à press. const.

» Chaleur de formation : $19C + 19H + 3Az + 7O = C^{19}H^{13}Az^3O^7$ sol. $+ 22^{Cal},0$.

» *Triamidotriphénylcarbinol* $(AzH^2C^6H^4)^3C.OH = 305$. — Préparé avec du chlorhydrate de rosaniline pur et synthétique.

» Chaleur de combustion : (4 exp.) $2481^{Cal},0$ à vol. const., $2483^{Cal},5$ à press. const.

» Chaleur de formation : $19C + 19H + 3Az + O = C^{19}H^{19}Az^3O - 36^{Cal},3$.

» *Chlorhydrate de rosaniline* : $(AzH^2C^6H^4)^2 : C : C^6H^4 : AzH^2Cl + H^2O = 341,5$.

» Ce sel renferme, séché à 120°, encore une molécule d'eau de cristallisation.

» Chaleur de combustion : (4 exp.) $2468^{Cal},6$ à vol. const., $2471^{Cal},1$ à press. const.

» Chaleur de formation : $19C + 20H + 3Az + Cl + O = C^{19}H^{20}Az^3ClO$ sol. $+ 10^{Cal},6$.

» *Chlorméthylate d'hexaméthylrosaniline*

$$[(CH^3)^2Az.C^6H^4]^2 : C : C^6H^4 : Az(CH^3)^2Cl + H^2O.$$

» Chaleur de combustion : (4 exp.) $3446^{Cal},0$ à vol. const., $3450^{Cal},2$ à press. const.

» Chaleur de formation : $25C + 32H + 3Az + Cl + O = C^{25}H^{32}Az^{3}ClO$ sol. $+ 11^{Cal},3$.

» Ces mesures ne peuvent donner cependant qu'une idée approchée sur les énergies mises en jeu, car dans les circonstances présentes, en raison des poids moléculaires très élevés, l'erreur d'expérience peut atteindre une dizaine de calories. Néanmoins ces données permettent de concevoir que l'opinion qui considère les matières colorantes comme corps très endothermiques doit être inexacte.

» Bien que la molécule colorante renferme des groupes endothermiques, ceux-ci sont compensés par d'autres groupements exothermiques, consolidant la molécule (*auxochromes*).

» Pour les chaleurs de combustion suivantes, M. Gomberg a mis gracieusement les produits purs découverts par lui (¹) à ma disposition :

» *Triphénylméthyle* $(C^6H^5)^3C\ldots = 243$. État solide.

» Chaleur de combustion : (5 exp.) $2377^{Cal},7$ à vol. const., 2380^{Cal} à press. const.

» Chaleur de formation : $19C + 15H = C^{19}H^{15}$ sol. $- 71^{Cal}$.

» *Ditriphénylméthylperoxyde* $(C^6H^5)^3C.O.O.C(C^6H^5)^3 = 518$. État solide.

» Chaleur de combustion : (5 exp.) $4632^{Cal},8$ à vol. const., 4636^{Cal} à press. const.

» Chaleur de formation : $38C + 30H + 2O = C^{38}H^{30}O^2$ sol. $- 18^{Cal}$.

» *Éther éthylacétique-ditriphénylméthyle* $\begin{matrix}(C^6H^5)^3C\diagdown \\ (C^6H^5)^3C\diagup\end{matrix} O \begin{matrix}\diagup C^2H^5 \\ \diagdown COCH^3\end{matrix} = 574$. Solide.

» Chaleur de combustion : (4 exp.) $5275^{Cal},9$ à vol. const., 5281^{Cal} à press. const.

» Chaleur de formation : $42C + 38H + 2O = C^{42}H^{38}O^2$ sol. $- 9^{Cal}$.

» On constate, par ces expériences, que le triphénylméthyle est un hydrocarbure fort endothermique, ce qui se voit surtout si l'on fait la comparaison entre les dégagements de chaleur qui accompagnent, d'une part, l'oxydation du triphénylméthyle (ditriphénylméthylperoxyde), et, d'autre part, celle du triphénylméthane (triphénylcarbinol) :

$$2(C^6H^5)^3C\ldots + O^2 = (C^6H^5)^3C.O.O.C(C^6H^5)^3 + 124^{Cal},$$
$$2(C^6H^5)^3CH + O^2 = 2(C^6H^5)^3C.OH \ldots\ldots\ldots\ldots + 91^{Cal}.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation de l'iodure aureux, par action de l'iode sur l'or.* Note de M. **Fernand Meyer**, présentée par M. H. Moissan.

« Les expérimentateurs qui ont préparé l'iodure d'or : Gramp, Johnston, Fordos, Meillet, Pelletier, l'on fait indirectement. Les analyses publiées

(¹) *Journ. americ. chem. Soc.*, t. XXII, p. 757; t. XXIII, p. 496.

montrent qu'on a une tendance à avoir plus d'or que ne le comporte la formule AuI.

« L'iode, dit Pelletier, n'a pas d'action sensible sur l'or, il altère à peine » l'éclat de sa surface ». Cette opinion est communément admise. Nous avons constaté que l'iode gazeux, liquide ou dissous, attaque facilement l'or. Nous avons étudié cette action dans l'échelle des températures où elle se produit.

» *Action de la vapeur d'iode.* — Nous avons préparé de l'iode pur et sec d'après Stas et de l'or précipité pur et sec. L'action a été étudiée en tubes scellés secs.

» A la température ordinaire l'action de l'iode sur l'or est nulle, même après plusieurs mois. « Le temps seul paraît susceptible de détruire la combinaison d'iode et d'or, dit Fordos. » Nous avons placé de l'iodure AuI dans un tube *vide d'air* en présence de potasse qui aurait absorbé l'iode formé. Il n'y a aucune décomposition. Dès la température de 50° l'attaque a lieu, la vapeur d'iode transforme l'or en *iodure vert amorphe* AuI. La transformation pour être complète exige des semaines et la présence d'iode en excès. Inversement un tube vide d'air contenant de l'iodure est plongé à moitié seulement dans un bain à 50° : l'iodure se dissocie lentement. Si l'on plonge ensuite le tube entier dans le bain, de l'iodure se reforme, mais il reste toujours de l'iode libre; que l'on parte de AuI ou de Au + I dans les proportions théoriques.

» Les mêmes phénomènes se produisent à des températures supérieures, mais ils sont plus rapides. A 100° la formation de l'iodure exige quelques heures.

» *Action de l'iode liquide.* — A partir de la température de fusion de l'iode on obtient l'*iodure cristallisé* en belles lamelles d'un jaune citron à éclat micacé. C'est l'iodure aureux AuI. Nous avons montré que le chlore liquide donne le composé aurique $AuCl^3$ [1].

» Enfin, vers 190°, l'iodure aureux n'existe plus. Un tube contenant de l'iodure et de l'iode en excès, chauffé à 200° et brusquement refroidi, contient de l'or non attaqué et des traces d'iodure seulement. Il en est de même aux températures supérieures à 200°.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 815, 1901. Nous n'avons pas signalé dans cette Note le travail de M. T.-K. Rose (*Transactions of the Chemical Society*, 1895) dont nous n'avions pas connaissance. L'auteur y décrit ses expériences sur la dissociation du chlorure aurique sec et humide et nos résultats coïncident sensiblement avec les siens dans le cas où il étudie la courbe de dissociation du chlorure aurique pur.

» *Séparation de l'iodure d'avec l'iode en excès.* — Les dissolvants organiques manipulés à l'air laissent tous un résidu final d'or.

» Nous avons essayé l'éther distillé et conservé sur du sodium, et effectué les lavages dans un tube fermé en λ, la décomposition de l'iodure est totale et une trace d'or passe en solution. L'action des autres solvants de l'iode : alcool, éther, chloroforme, benzine, même secs et à basse température, est aussi une décomposition, moins rapide il est vrai; le sulfure de carbone sec employé à l'abri de l'air a une action chimique presque nulle.

» Le meilleur procédé de séparation de l'iode et de l'iodure consiste à chauffer à 30° le mélange dans une capsule bien sèche, sans bec et recouverte d'une glace sur laquelle l'iode se sublime.

» Un grand nombre d'analyses ont montré que nous avions obtenu l'iodure pur Au I :

	Trouvé.	Calculé.
Au pour 100.............	60,77 à 60,87	60,83

» *Action de l'iode en présence d'eau.* — L'air humide décompose l'iodure : en un mois et demi de l'iodure laissé sous une cloche en présence d'eau a laissé uniquement de l'or. Cependant Nicklès [1] donne l'iode en présence d'eau comme un *dissolvant de l'or.*

» Nous avons chauffé en tube scellé de l'or, de l'iode en excès et de l'eau. Nous avons obtenu l'iodure cristallisé Au I, le même que dans l'action des corps secs, et une trace d'or passe en solution. Si l'on met en présence d'eau les proportions théoriques Au + I il reste de l'or inaltéré. La présence d'un excès d'eau limite la combinaison de Au + I ou la retarde si l'iode est en excès. En vase clos l'iodure se conserve indéfiniment en présence d'eau. A l'air libre la décomposition de l'iodure par l'eau est d'autant plus rapide que le départ d'iode est plus facile. L'air humide en présence d'iode ne décompose pas l'iodure.

» Nous pensons que l'or existe dans la solution à l'état de periodure. Si l'on ajoute à cette solution de l'iodure de potassium on obtient de l'iodaurate.

» Cet iodaurate est cristallisé; il avait été obtenu par Johnston à partir du chlorure aurique.

» *En résumé,* à la température ordinaire, l'iode pur et sec n'a pas d'action sur l'or et l'iodure aureux est un corps indécomposable dans le vide.

---

[1] *Annales de Chimie et Physique,* 4e série, t. X.

» Entre 50° et la température de fusion de l'iode, ce corps pur et sec se combine à l'or pour donner de l'iodure aureux amorphe. A partir de la température de fusion de l'iode, on obtient de l'iodure aureux cristallisé. La réaction directe est toujours limitée par la décomposition inverse de l'iodure; mais la présence d'iode en excès permet d'obtenir l'iodure pur. La meilleure séparation de l'iodure et de l'iode en excès consiste à chauffer le mélange à 30°, la plupart des dissolvants de l'iode décomposant l'iodure.

» En présence d'eau, en vase clos, l'iode donne avec l'or le même iodure aureux; la réaction est aussi limitée, et dès la température ordinaire, si l'iode peut s'échapper, la décomposition de l'iodure par l'eau ou l'air humide est totale. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une terre yttrique voisine du gadolinium.* Note de M. G. URBAIN, présentée par M. Haller.

« En 1895, M. Lecoq de Boisbaudran (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 709) a observé dans certaines terbines dysprosifères une bande d'absorption faible $\lambda = 488$ qu'il considéra comme caractéristique d'un élément inconnu auquel il donna la notation Z_δ. Demarçay (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 387) a fait des observations semblables.

» Je poursuis depuis plusieurs années un travail d'ensemble sur les terres yttriques, où je m'efforce de séparer successivement les divers termes de la série en m'astreignant à réduire à un minimum les fractions intermédiaires. Dans les fractionnements, après l'oxyde légèrement rose d'europium et la gadoline blanche, apparaissent des terres colorées qui deviennent progressivement très sombres. Les terres les plus sombres présentent avec intensité le spectre d'absorption du dysprosium. Dans les fractions intermédiaires entre ces terres à dysprosium et la gadoline, j'ai obtenu par trois méthodes distinctes des terres colorées dont les solutions ne présentent à l'absorption que la bande $Z_\delta (\lambda = 488)$ assez intense.

» 1° *Méthode des nitrates doubles de terres et de nickel.* — J'ai fait ce fractionnement pour réduire à un minimum les fractions intermédiaires entre le gadolinium et les terres suivantes. Je le décrirai en détail dans une prochaine Note.

» Les têtes ont donné de la gadoline blanche; les queues ont donné des oxydes très sombres dont les solutions de couleur *olivâtre* présentent à l'absorption un spectre intense de dysprosium (composé de trois bandes visibles dans le bleu et le violet et rappelant par leur aspect large et diffus les bandes du praséodyme), un très faible spectre de holmium et la bande diffuse de Z_δ presque imperceptible.

» Les fractions intermédiaires ont donné des oxydes un peu moins colorés dont les solutions sont sensiblement incolores et qui ne présentent que la bande du Z_δ ($\lambda = 488$).

» 2° *Méthode des nitrates simples en présence de nitrate de bismuth.* — Des nitrates simples des terres rares à 5^{mol} d'eau, celui de gadolinium est le moins soluble (Demarçay, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1019). J'ai constaté que la solubilité du nitrate isomorphe de bismuth est intermédiaire entre celle du nitrate de gadolinium et celle du nitrate de samarium. Le nitrate de bismuth devait donc s'intercaler par fractionnement en deux points de la série, de part et d'autre du gadolinium, étant donnée l'existence du minimum de solubilité correspondant au nitrate de ce dernier.

» J'espérais réaliser ainsi, avec les nitrates simples, une nouvelle séparation absolue dans la série, comme nous l'avions obtenue déjà, M. Lacombe et moi (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 568 et 792; t. CXXXVIII, p. 84) entre le samarium et l'europium par l'emploi des nitrates doubles.

» Il a fallu 400 séries de cristallisations portant sur plus de 20 fractions, soit environ 8000 cristallisations pour obtenir un résultat positif. Les fractions, que je pensais être du nitrate de bismuth pur entre le gadolinium et le dysprosium, renfermaient en petite quantité une terre sombre. Cette terre ne présente à l'absorption que la bande du Z_δ.

» Le nitrate de Z_δ a donc la même solubilité que le nitrate de bismuth.

» 3° *Méthode des éthylsulfates.* — Nous avons, M. Lacombe et moi, poussé beaucoup plus loin que je n'avais pu le faire en 1898 (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XIX, 1900, p. 184), le fractionnement des éthylsulfates des terres de ce groupe; et, toujours dans les fractions comprises entre le dysprosium et le gadolinium, nous avons isolé des terres ne présentant à l'absorption que la bande du Z_δ.

» Par ces différentes méthodes j'ai pu obtenir près de 100^g de ces terres que j'ai réunies et que je fractionne actuellement.

» Dans aucun cas je n'ai pu obtenir les résultats annoncés par R. Marc (*Ber. chem. Gesell.*, t. XXXV, 1902, p. 2382). La bande $\lambda = 464$ observée par cet auteur ne saurait appartenir aux terres de ce groupe dont les solutions ont, quand elles renferment du dysprosium, une teinte verdâtre et non point rose.

» M. Lecoq de Boisbaudran n'avait observé la bande $\lambda = 488$ (Z_δ) qu'avec des terres présentant d'autres bandes d'absorption; l'existence d'un élément caractérisé par cette bande faible ne pouvait être qu'hypothétique. Les résultats que j'ai obtenus montrent qu'il s'agit bien là d'un élément nouveau nettement différent du dysprosium.

» J'ai préparé une quantité assez grande de terre ne présentant que la bande Z_δ et j'espère pouvoir déterminer si cette substance ne renferme qu'un seul élément nouveau. Il est, en effet, possible que les terres que j'ai obtenues contiennent, outre l'élément caractérisé par la bande $\lambda = 488$, un autre élément sans spectre d'absorption. Tous ces oxydes sont bruns et renferment des peroxydes, mais il est encore impossible de décider si ces

caractères appartiennent aux éléments à spectre d'absorption Z_δ et dysprosium ou à une substance sans spectre d'absorption qui les accompagnerait et qui devrait dès lors être désignée du nom de *terbium*.

» Je conserverai provisoirement la notation Z_δ de M. Lecoq de Boisbaudran pour désigner l'élément auquel appartient la bande $\lambda = 488$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide* β-*bromobutyrique*. Note de M. Lespieau, présentée par M. Haller.

« En 1879, Pinner, pour expliquer comment le cyanure d'allyle

$$CH^2 = CH - CH^2 - CN$$

donnait par saponification l'acide crotonique $CH^3 - CH = CH - CO^2H$, admettait la formation momentanée d'un composé saturé. C'est ainsi que sous l'action de l'acide chlorhydrique il se produirait d'abord un acide $CH^3 - CHCl - CH^2 - CO^2H$, lequel, perdant ensuite une molécule d'hydracide, fournirait le corps $CH^3 - CH = CH - CO^2H$.

» Mais Pinner n'a pas réussi à isoler cet acide transitoire; ses recherches (*D. ch. G.*, t. XII, p. 2056) lui ont donné un produit bouillant vers 200° avec décomposition, et dont l'analyse a indiqué la présence de 3 pour 100 de carbone en trop et de 7 pour 100 de chlore en moins par rapport à la formule $C^4H^7ClO^2$.

» J'ai été plus heureux en utilisant l'acide bromhydrique, qui m'a conduit à l'amide et à l'acide β-bromobutyriques encore inconnus; j'ai pu facilement passer de ces composés aux dérivés crotoniques correspondants.

» *Amide* $CH^3 - CHBr - CH^2 - CONH^2$. — Le cyanure d'allyle saturé à froid d'acide bromhydrique gazeux se prend en une masse cristalline, mais celle-ci, placée sur une assiette poreuse, se résout en acide bromhydrique gazeux et en un liquide bu par l'assiette. C'est très probablement un bromhydrate de nitrile.

» Si l'on dissout cette masse cristalline dans une solution concentrée d'acide bromhydrique et que, 1 heure après, on ajoute de l'eau, on voit se précipiter des cristaux blancs. Leur nombre augmente encore si l'on neutralise par addition de carbonate de potassium.

» Ces cristaux sont dissous dans le chloroforme bouillant qui les abandonne par refroidissement. Ils fondent alors à 92°-93° et répondent à la formule C^4H^8BrON. (Brome pour 100 trouvé : 47,72; poids moléculaire trouvé par cryoscopie acétique : 171.)

» *Acide* $CH^3 - CHBr - CH^2 - CO^2H$. — L'amide précédente, saponifiée par l'acide bromhydrique chaud, fournit un acide fondant à 17°-18° et bouillant à 122° sous 16^{mm}.

Sa formule est bien $C^4H^7BrO^2$. (C trouvé : 28,78; H trouvé : 4,22. Poids moléculaire trouvé par cryoscopie acétique : 166.)

» L'éther éthylique obtenu en dissolvant l'acide dans l'alcool et saturant d'acide bromhydrique bout à 183° sous 755mm.

» Dans les trois composés que nous venons de décrire, le brome est certainement à la même place et ce ne peut être qu'en β, car les composés butyriques bromés en α ou en γ ont d'autres constantes, ainsi qu'on peut le voir dans le Tableau suivant :

L'acide α fond à...	— 4°	L'amide α fond à...	108°	L'éther α bout à...	178°
» β » ...	+18	» β » ...	92	» β » ...	183
» γ » ...	+32	» γ est inconnu		» γ » ...	192

» N'ayant pas trouvé, dans la littérature, d'indication relative à la congélation de l'acide α-bromobutyrique, j'en ai purifié une certaine quantité qui s'est trouvée fondre à —4° et bouillir à 114°-115° sous 20mm, c'est-à-dire environ 10° plus bas que l'acide β. L'un de ces deux acides α- ou β-bromé ne se congèle pas quand il est surfondu de 6° à 10° et qu'on lui ajoute des parcelles de son isomère solidifié.

» *Passage aux composés crotoniques.* — La position de l'atome de brome en β résulte encore de ce fait que les composés en question traités par la potasse ne donnent ni acide-alcool ni lactone, mais bien des composés crotoniques.

» L'enlèvement de 1mol d'acide bromhydrique peut se faire à froid en utilisant simplement une solution normale de potasse. J'ai pu ainsi obtenir, à partir de l'amide $CH^3—CHBr—CH^2—CONH^2$, l'amide crotonique $CH^3—CH=CH—CONH^2$ découverte par Pinner (je l'ai caractérisée par son point de fusion, 152°, et par un dosage qui a donné 16,51 pour 100 d'azote); à partir de l'acide β-bromobutyrique, je suis arrivé à l'acide crotonique fondant à 72° (caractérisé par son point de fusion, celui de son dibromure, 86° et par une cryoscopie qui a indiqué un poids moléculaire égal à 86).

» J'ajouterai que la formation d'un acide β-bromé par l'action de l'acide bromhydrique sur le cyanure d'allyle n'est pas incompatible avec la formule $CH^3—CH=CH—CN$ attribuée souvent à ce nitrile, mais qu'elle la rend cependant peu probable, car l'acide $CH^3—CH=CH—CO^2H$ fixant l'acide bromhydrique donne l'acide α-bromobutyrique. Hémilian (*Liebig's Ann.*, t. CLXXIV, p. 325) signale bien qu'il se fait aussi une très petite quantité d'acide β-bromé, mais on ne sait pour quelles raisons, puisque, jusqu'ici, ce composé n'a été décrit ni par lui ni par d'autres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation de l'acétol.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

« Depuis plusieurs années que je m'occupe des alcools cétoniques j'ai déjà publié, sur l'acétol, plusieurs Notes ([1]). J'avais été amené, par la suite de mes travaux, à étudier de près les réactions d'oxydation de l'acétol, et, bien que mes expériences fussent terminées depuis plus de 18 mois, je ne les avais pas publiées, les réservant pour un Mémoire d'ensemble que je prépare sur la question. Un travail de M. Nef, paru récemment ([2]), m'engage à faire connaître aujourd'hui mes résultats.

» L'acétol, oxydé par l'oxyde cuivrique en solution alcaline, se transforme en acide lactique

$$CH^3.CO\,CH^2OH \rightarrow CH^3CH\,OH - CO^2H,$$

ainsi que l'ont montré Breuer et Zincke ([3]). L'explication que ces auteurs donnent de cette réaction ne m'ayant pas paru satisfaisante, j'ai repris la question.

» J'ai opéré avec un grand nombre d'oxydants, les plus divers, et j'ai constaté, qu'au point de vue de leur action sur l'acétol, ils peuvent se ranger en trois catégories :

» La première comprend des agents tels que $Cu(OH)^2$, $Fe^2(OH)^6$, $Hg(OH)^2$, $[FeCy^6K^6 + KOH]$ ([4]), les hydrates manganiques, etc., qui oxydent l'acétol en solution aqueuse, neutre ou alcaline, pour donner surtout de l'acide lactique et seulement de petites quantités de CH^3COH et HCO^2H. Les oxydants de cette catégorie sont des *hydrates polybasiques,* susceptibles de se réduire pour donner des hydrates basiques au minimum.

» La deuxième catégorie comprend les oxydants qui, en agissant sur l'acétol, fournissent également de l'acide *lactique,* mais beaucoup plus *lentement* et avec des *rendements plus faibles* que ceux obtenus avec les bases de la première catégorie. Ce sont $HgCl^2$, $(CH^3CO^2)^2Cu$, etc., c'est-à-dire des sels susceptibles, par ébullition avec l'eau, de se dissocier plus ou moins pour donner des sels basiques assimilables aux oxydants de la catégorie précédente.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 244; t. CXXIX, p. 1252; t. CXXXIII, p. 231; t. CXXXV, p. 970; t. CXXXVIII, p. 1172.

([2]) Nef, *Ann. Lieb.,* t. CCCXXXV, 3, p. 247.

([3]) Breuer et Zincke, *Berichte,* t. XIII, p. 637.

([4]) D'après Kassner, ce mélange équivaudrait à une solution alcaline de $Fe^2(OH)^6$ (*Arch. Pharm.,* t. CCXXXIV, p. 244).

» Enfin, dans la troisième catégorie, se placent les oxydants qui, en agissant sur l'acétol, ne donnent *pas trace d'acide lactique,* mais seulement CH^3CO^2H, HCO^2H, ou CO^2. Ce sont CrO^4H^2, PbO^2 (solution acide ou alcaline), AzO^3H, Na^2O^2, $BaO^2, 9H^2O$; MnO^4K, H^2O^2; $Ag(OH)$, $[SO^4H^2 + SO^4Hg]$, ces oxydants sont des oxydes à caractère plutôt *acide* ou des *hydrates monobasiques* $[Ag(OH)]$ ou encore des sels difficilement dissociables $(SO^4Hg + SO^4H^2)$.

» En présence de ces résultats, j'ai été amené à me demander si la transformation de l'acétol en acide lactique ne se produirait pas par l'intermédiaire d'un sel formé par élimination d'eau entre l'acétol et l'hydrate polybasique jouant le rôle d'oxydant.

» J'ai donc cherché à préparer des sels de l'acétol, et, en particulier, en dissolvant $Ba(OH)^2$ ou $Ca(OH)^2$ dans les solutions d'acétol où ces bases sont fort solubles, j'ai pu obtenir des acétolates difficiles à purifier mais dont les compositions correspondent assez exactement à $4(C^3H^6O^2)CaO$ et $4(C^3H^6O^2)BaO$. Ces sels sont très solubles dans l'eau; leur solution brunit à chaud et laisse déposer un précipité beaucoup plus riche en oxyde métallique que le sel primitif.

» Avec les oxydes réductibles de la première catégorie indiquée ci-dessus, il ne m'a pas été possible de préparer des acétolates. Ainsi, par exemple, $Cu(OH)^2$ se dissout bien dans la solution aqueuse d'acétol, mais on ne peut extraire le sel formé de la solution qui dépose de l'oxydule dès qu'on cherche à la concentrer, même à froid.

» Ces essais précisent bien le rôle joué par l'hydrate basique au maximum dans l'oxydation de l'acétol. Tandis que $Hg(OH)^2$ transforme *très facilement* et presque intégralement l'acétol en acide lactique, HgO est déjà moins actif, il faut qu'il se modifie et s'hydrate avant d'oxyder, $HgCl^2$ n'agit que plus lentement et difficilement; avec lui les rendements sont faibles en acide lactique, plus élevés déjà en acides acétique et formique; enfin $SO^4Hg + SO^4H^2$ ne donne plus traces d'acide lactique.

» Cet exemple particulièrement net, fourni avec les sels de mercure, montre que la transformation de l'acétol en acide lactique ne se fait qu'autant que les conditions sont favorables à la production d'hydrate ou de sels basiques mercuriques et à la formation concomitante d'un acétolate.

» J'ajouterai un mot à propos de l'oxydation de l'acétol par MnO^4K. Cette réaction ne fournit pas traces d'acide pyruvique, même effectuée dans les conditions de préparation de cet acide à l'aide de l'acide lactique [1]. L'absence d'acide lactique dans les oxydations de l'acétol par les oxydants de la troisième catégorie ne peut donc être attribuée, *dans tous les cas,* à une destruction ultérieure de ce produit par une oxydation plus avancée.

---

[1] La quantité de MnO^4K employée était naturellement double de celle qui est utilisée pour l'oxydation de l'acide lactique.

» *En résumé*, au point de vue expérimental, les résultats de M. Nef et les miens sont concordants (sauf en ce qui concerne HgO), mais nos interprétations sont différentes.

» Pour M. Nef, c'est la réaction du milieu qui détermine le sens des oxydations de l'acétol en favorisant sa dissociation d'après les formules

$$CH^3\overset{\overset{O}{\|}}{C} - H + = CHOH,$$

ou

$$CH^3COCH = + HOH,$$

suivant la nature du milieu.

» A mon avis, au contraire, c'est la nature de l'oxydant qui est la cause déterminante du sens de la réaction, par suite d'une combinaison d'existence éphémère se produisant entre l'acétol et l'agent d'oxydation.

» Je me réserve de poursuivre cette étude et de préciser le mécanisme d'action des oxydants sur les alcools cétoniques. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la formation de l'aldéhyde formique dans la combustion du tabac.* Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. Schlœsing fils.

« Dans une Note que j'ai présentée à l'Académie des Sciences (20 juin 1904) sur la formation de la formaldéhyde dans les produits de combustion, j'ai mis en évidence la présence constante de cette aldéhyde dans les fumées des divers combustibles. Cette étude m'a amené, comme je l'annonçais dans cette Note, à examiner aussi la formation de l'aldéhyde formique dans la fumée du tabac.

» L'action insolubilisatrice de cette substance sur les matières albuminoïdes (action qui peut s'exercer à de faibles doses), sa propriété durcissante, son influence sur la digestibilité ([1]) sont en effet autant de motifs qui légitimaient ce travail et intéressaient l'hygiène des fumeurs dont les muqueuses buccales sont constamment imprégnées des produits de la combustion du tabac.

» Je me suis placé dans les conditions se rapprochant le plus possible de celles du fumeur. A cet effet j'ai utilisé le dispositif imaginé par M. Schlœsing qui permet de

([1]) *Comptes rendus*, 14 mars 1904.

fumer le tabac sous ses diverses formes (cigarettes, cigares, etc). Après chaque opération, l'eau contenue dans les flacons barboteurs était analysée. Comme procédé de dosage de la formaldéhyde, j'ai suivi la méthode à la diméthylaniline, de manière à obtenir la base tétraméthylée du diphénylméthane $CH^2[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2$ qui se forme quantitativement si l'on a soin d'observer les conditions que j'ai déjà plusieurs fois indiquées ([1]).

» J'ai expérimenté sur des tabacs d'origine authentique et qui m'ont été fournis par le laboratoire des Manufactures de l'État. Ces divers tabacs : Scaferlati, Maryland, Manille, etc., ont été fumés par l'appareil sous les formes classiques : cigares, cigarettes et dans des pipes en bois ou en terre. Les liquides provenant de la condensation des fumées étaient immédiatement analysés après chaque opération. Les Tableaux suivants indiquent l'origine du tabac, le poids de la base tétraméthylée obtenue et le pourcentage en aldéhyde formique correspondant, en même temps que la forme sous laquelle a été fumé le tabac expérimenté.

I. — *Cigares.*

Origine.	Nombre d'expériences.	Poids moyen du cigare.	Poids moyen de la base $CH^2[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2$ par cigare.	Poids moyen de la formaldéhyde pour 100.
		g	g	g
Manille	2	6,8	0,0389	0,0670
Lot	3	7,3	0,0390	0,0630
Ille-et-Vilaine	2	7,5	0,0410	0,0640
Londrès	1	4,5	0,0453	0,1180

II. — *Cigarettes.*

Origine.	Tabac fumé.	Poids de la base obtenue.	Pour 100 de formaldéhyde du poids du tabac.
	g	g	g
Maryland	10	0,0531	0,0627
Scaferlati	10	0,0496	0,0585
Maryland	15	0,0631	0,0500

III. — *Tabacs fumés en pipe.*

Origine.	Poids de tabac fumé.	Poids de la base.	Pour 100 de formaldéhyde du poids du tabac.
	g	g	g
Scaferlati (pipe en bois)	25	0,1216	0,0570
Scaferlati »	25	0,2170	0,1020
Scaferlati (pipe en terre)	25	0,1964	0,0921
Havane (pipe en bois)	25	0,2050	0,0961
Havane (pipe en terre)	25	0,2180	0,1028

([1]) *Comptes rendus*, 1893, p. 891; 1898, p. 292. — *Bulletin de la Société chimique*, 1898, p. 684.

» Les résultats de ces essais suffisent pour démontrer que la production de l'aldéhyde formique au cours de la combustion de tabac est très décelable, qu'elle varie peu avec les origines du tabac et qu'elle peut atteindre journellement plusieurs centigrammes chez certains fumeurs. On peut remarquer en outre que la moyenne en aldéhyde est un peu plus élevée dans le cas de la pipe en terre; cela tient probablement à l'action des surfaces chaudes agissant comme substances catalytiques (¹).

» La méthode de dosage employée indique bien la formation de l'aldéhyde, mais elle ne prouve pas qu'elle reste dans la fumée à l'état libre ou à l'état combiné. Or, tous les réactifs que j'ai essayés dans le but de la déceler à l'état libre ont donné des résultats nettement négatifs (contrairement à ce que donnent les fumées des combustibles usuels, bois, papiers, etc.). Elle n'existe donc dans la fumée de tabac qu'à l'état de combinaison ainsi que l'aldéhyde acétique dont j'ai reconnu la formation dans le cours de ces combustions, mais que je n'ai pas réussi à évaluer. Cette neutralisation fait complètement disparaître l'inconvénient qu'aurait pu présenter pour le fumeur l'absorption régulière de petites quantités de vapeurs d'aldéhyde formique libre. En poursuivant ces recherches, j'ai été amené à étudier l'action des vapeurs de nicotine sur ces aldéhydes : j'ai trouvé que ces vapeurs étaient instantanément saturées en leur présence, surtout dans le cas de l'aldéhyde acétique. Pour en faire la démonstration, il suffit d'entraîner des vapeurs de nicotine dans une solution d'aldéhyde acétique au $\frac{1}{1000}$. On constate la désodorisation à peu près complète de la nicotine en même temps que la formation d'un nouveau produit dont j'étudie la toxicité et la composition.

» En résumé, l'ensemble de ces résultats démontre que dans les combustions de tabac, il se forme des aldéhydes, notamment de l'aldéhyde méthylique qui se combine immédiatement avec les bases azotées entraînées par la fumée dont la toxicité et le parfum se trouvent ainsi modifiés (²). »

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, 1903, p. 939.

(²) Ces observations donnent l'explication de la désodorisation partielle de la fumée de tabac au moyen de petits appareils utilisés sous des noms divers et dont le principe repose sur la production d'aldéhyde formique ou acétique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la germination des spores d'* Atrichum undulatum *et d'* Hypnum velutinum, *et sur la nutrition de leurs protonémas dans des milieux liquides stérilisés*. Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Comme l'avaient déjà fait, avec de féconds résultats, pour la synthèse des Lichens, M. Gaston Bonnier, et pour les Algues, depuis quelques années, un très grand nombre de savants, nous avons appliqué dans ce travail la méthode des cultures pures de Pasteur.

» Les sporogones mûrs contenant les spores avaient été recueillis pendant le mois de janvier 1904. Ce n'est que vers la fin de mars que nous les avons employés. Après les avoir stérilisés par l'immersion pendant quelques minutes dans une solution de bichlorure de mercure à $\frac{1}{1000}$, nous les avions ouverts avec une aiguille flambée et nous les avions secoués dans des tubes de culture préalablement préparés et portés à l'autoclave à une température de 115°. Ces tubes de culture, obturés par un petit tampon de ouate, renfermaient chacun une petite lame de papier-filtre sans cendres, qui plongeait dans le milieu nutritif expérimenté. Cette petite lame de papier-filtre sans cendres, imbibée par le liquide, était destinée à recevoir les spores et à leur servir de sol. Ce procédé que nous avons trouvé remplace avantageusement les plaquettes de bois ou de porcelaine poreuse employées pour les cultures d'algues et de champignons, parce que ce papier-filtre sans cendres s'imbibe assez régulièrement, et parce qu'aussi on est sûr de sa composition chimique, qui est celle de la cellulose la plus pure.

» Les milieux nutritifs étaient constitués par des sels minéraux en dissolution dans de l'eau distillée.

» Le Tableau suivant contient la composition exacte et la proportion en grammes pour 1 litre d'eau distillée des sels minéraux des huit solutions que nous avons expérimentées.

Solution n° 1.		Solution n° 2.		Solution n° 3.		Solution n° 4.	
1^{g}	$Ca(AzO^3)^2$	2^{g}	$KAzO^3$	2^{g}	$Ca(AzO^3)^2$	1^{g}	$Ca(AzO^3)^2$
1	$KAzO^3$	0,5	K^2PO^4H	0,5	$(PO^4)^2CaH^4$	1	$KAzO^3$
0,5	K^2PO^4H	0,5	$MgSO^4, 7H^2O$	0,5	$MgSO^4, 7H^2O$	0,5	K^2PO^4H
0,5	$MgSO^4, 7H^2O$	0,05	$FeSO^4$	0,05	$FeSO^4$	0,5	$CaSO^4(2H^2O)$
0,05	$FeSO^4$					0,05	$FeSO^4$

Solution n° 5.		Solution n° 6.		Solution n° 7.		Solution n° 8.	
1^{g}	$Ca(AzO^3)^2$	1^{g}	$Ca(AzO^3)^2$	1^{g}	$CaSO^4, 2H^2O$	1^{g}	$Ca(AzO^3)^2$
1	$KAzO^3$	1	$KAzO^3$	1	K^2SO^4	1	$K(AzO^3)$
0,5	K^2PO^4H	0,5	$MgSO^4, 7H^2O$	0,5	K^2PO^4H	0,5	K^2PO^4H
0,5	$MgSO^4, 7H^2O$	0,05	SO^4Fe	0,5	$MgSO^4, 7H^2O$	3	MgO
				0,05	SO^4Fe	0,05	$Fe^2(PO^4)^2 4H^2O$

» Trois mois après les ensemencements, vers la fin du mois de juin, les spores se mirent à germer. Elles donnèrent des protonémas des deux sortes de mousse dans les liquides 1, 2, 5, 6, c'est-à-dire dans la solution nutritive complète et dans celles où le calcium, le fer et le phosphore ont fait défaut. Seules les spores d'*Hypnum* ont pu vivre dans la solution n° 3 sans potassium.

» Par contre toutes les autres solutions 4, 7, 8, où manquait, soit la magnésie, soit l'azote minéral, soit le soufre, ont été nuisibles au développement des spores qui, à peine germées, ont péri.

» Les protonémas d'*Atrichum* ont continué à croître jusque vers le milieu du mois d'août, puis ont dépéri; seuls les protonémas d'*Hypnum* beaucoup plns vivaces continuent encore à vivre en ce moment.

» Dans la solution n° 5, sans fer, et dans la solution n° 6, sans phosphore, les protonémas des deux espèces de mousse n'ont vécu qu'un mois; s'étant très peu développés ils ont perdu de plus en plus leur teinte verte et sont devenus rougeâtres.

» Nous avons examiné toutes ces cultures de protonémas à diverses phases de leur croissance. Dès le début nous avons été frappé par ce fait : c'est que, aussi bien pour les spores d'*Atrichum* que pour les spores d'*Hypnum,* leur germination avait été retardée sur la partie supérieure du papier-filtre qui ne baignait pas dans le liquide. Les protonémas d'*Hypnum* au milieu de beaucoup de spores non encore germées rampaient sur les fibres de cellulose en donnant de rares ramifications, tandis que les protonémas d'*Atrichum* beaucoup plus vigoureux se dressaient perpendiculairement dans l'air, les uns contre les autres, comme des tiges qui montent sans se ramifier.

» Sur la partie inférieure de la lame de cellulose immergée, les spores d'*Atrichum* et d'*Hypnum* étaient développées avec une extrême exubérance. Les *Hypnum* surtout étaient remarquables. Ils formaient au fond de l'eau de petits buissons verts de filaments entrelacés, des massifs qui s'amincissant au pied s'élargissaient et devenaient de plus en plus touffus vers le haut.

» En regardant au microscope avec un très petit grossissement, à travers le verre du tube de culture, on voyait très distinctement que chaque touffe était constituée par les ramifications d'une vingtaine de protonémas issus d'un groupe de spores qui avaient germé côte à côte sur le papier. Ces protonémas, par suite de la distribution de la lumière durant leur croissance, avaient suivi la même direction verticale ou oblique, ce qui donnait comme une sorte d'unité au bouquet auquel ils appartenaient.

» Un de ces protonémas isolés montre, à un plus fort grossissement, qu'il est composé de longues cellules juxtaposées les unes au bout des autres, renfermant de nombreux corps chlorophylliens qui masquent presque totalement les noyaux. Les membranes de ces cellules sont d'autant plus épaisses qu'on se rapproche de la cellule initiale issue de la spore.

» A un moment donné du développement, cette cellule initiale dégénère, vieillit; sa membrane brunit, son suc cellulaire devient plus lacuneux, les grains de chloro-

phylle se décolorent et finissent par disparaître, bientôt la cellule est entièrement vide. Cette mort atteint ensuite de proche en proche toutes les cellules; pendant ce temps, à l'autre extrémité, le protonéma continue à donner de nouveaux filaments qui se ramifient. Dans toutes les solutions les protonémas d'*Hypnum* et d'*Atrichum* ont suivi la même évolution.

» En outre, il est un fait important à signaler : c'est que, sur tout le parcours du protonéma plongé au fond de l'eau, on aperçoit à différentes places des tentatives de bourgeons constitués par des massifs de trois ou quatre cellules polyédriques ou rondes qui dépérissent extrêmement vite.

» De l'ensemble de ces recherches il résulte que les protonémas d'*Atrichum* et d'*Hypnum*, au point de vue de la nutrition, se comportent identiquement comme des algues vertes et notamment comme le *Cystococcus humicola* que M. Charpentier a cultivé avec succès dans un milieu analogue à celui de notre numéro 1.

» Dix éléments suffiraient à leur nutrition ; ce seraient : l'azote, sous forme minérale, le fer, le soufre, le phosphore, le magnésium, le carbone, l'oxygène et l'hydrogène empruntés à l'air ou à l'eau, et tantôt le calcium ou le potassium.

» L'*Hypnum* se distinguerait particulièrement de l'*Atrichum* par ce fait qu'il semblerait se passer complètement de potassium, ensuite par sa remarquable vitalité dans nos solutions où il paraîtrait croître indéfiniment, si l'on renouvelait ses éléments. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement du rein et de la glande de Leydig chez les Elasmobranches*. Note de M. I. **Borcea**, présentée par M. Y. Delage.

« On distingue dans les canaux segmentaires des embryons des Élasmobranches à des stades jeunes (*Mustelus* et *Acanthias* de 2^{cm}-$2^{cm},5$) deux parties : 1° la partie remontante et la vésicule moyenne; 2° la partie descendante, canalicule terminal ou pont de réunion. La première provient de la pièce intermédiaire qui se recourbe vers le canal primitif du rein; et, au point de contact, la paroi de ce dernier forme par bourgeonnement la deuxième partie.

» Primitivement, ces deux parties sont en continuité et cet état nous représente un système excréteur précurseur et transitoire. Des produits de déchet, tombés dans la cavité générale, étaient éliminés par l'intermédiaire de ces canaux segmentaires et du canal primitif du rein. Le rein se développe aux dépens des éléments de ce système excréteur précurseur, mais la première partie n'y contribue que partiellement.

» La vésicule moyenne détache de son pourtour des cupules dont la coupe axiale est plus ou moins sinueuse et donne en même temps naissance à un blastème embryonnaire. Elle détache d'abord une cupule à la limite du canal de réunion. Cette première cupule formera le premier corpuscule de Malpighi et la partie initiale du canalicule rénal primaire (première zone à épithélium cilié et deuxième zone étroite avec un épithélium cubique sans bordure en brosse), tandis que le reste de celui-ci provient du canal de réunion.

» En ce qui concerne les autres canalicules rénaux (secondaires, tertiaires, etc.), il y a aussi, pour chacun, deux ébauches distinctes. On observe vers la base du canalicule primaire un renflement qui formera par bourgeonnement un canalicule secondaire. Les deux canalicules ainsi constitués se comporteront de même et ainsi de suite. Ces canalicules s'accroissent et se mettent en relation avec les cœcums qui prolongent le fond des cupules, tandis que dans la concavité de la cupule se formera le glomérule de Malpighi. Il est inexact de croire que la vésicule moyenne se transforme complètement en corpuscule de Malpighi primaire et de voir dans celui-ci, qui, suivant certains auteurs, s'atrophierait plus tard, le point de bourgeonnement des autres canalicules rénaux.

» Les corpuscules de Malpighi, une fois formés, sont séparés complètement de la vésicule qui leur a donné naissance, de sorte qu'*il n'y a jamais de communication entre le rein et la cavité générale*.

» C'est donc la base du canalicule primaire qui formera le canal collecteur d'un segment du rein. Tandis que les canaux collecteurs des segments antérieurs conservent leurs ouvertures dans le canal de Wolff, les postérieurs glissent sur la partie dorsale de celui-ci et arrivent à s'ouvrir séparément dans le cloaque.

» Le reste de la première partie du canal segmentaire, qui ne prend pas part à la formation du rein, est représenté à l'état embryonnaire chez tous les Elasmobranches. Mais à l'état adulte il est atrophié plus ou moins. Ce sont : 1° les canalicules segmentaires (*sensu stricto*), qui ne persistent que chez un nombre restreint d'Elasmobranches; 2° les îlots de tissu lymphoïde qu'on voit entre les segments du rein, à la surface des vaisseaux efférents du système porte rénal chez *Squatina* et *Acanthias;* 3° chez le mâle, les canaux efférents et le canal longitudinal du rein qui entre secondairement en relation avec les canalicules rénaux primaires antérieurs.

» Les îlots de tissu lymphoïde, qui d'ailleurs n'existent que chez les types les plus primitifs, nous représentent la persistance du reste de la vésicule moyenne formant un blastème embryonnaire. Des produits tombés ou introduits artificiellement dans la cavité générale sont conduits par les canalicules segmentaires ciliés dans la vésicule ou entre les éléments qui se sont séparés d'elle. Jamais on ne les retrouve dans le rein. Ces formations ont attiré déjà l'attention de plusieurs auteurs. Ce sont les corps lymphatiques observés par F. Meyer [1] chez *Acanthias vulgaris,* les organes phagocytaires de Schneider [2] chez *Squatina angelus* et enfin les masses lymphoïdes de Vialleton [3].

---

(1) *Sitzungsberichte der naturf. Gesellschaft,* Leipzig, t. II, 1875.
(2) *Anatomischer Anzeiger,* Bd. XIII, n° 15, 1897.
(3) *Comptes rendus de la Soc. de Biologie,* t. LIV, p. 249.

» On distingue deux cas parmi les Elasmobranches : 1° chez les plus primitifs (*Squatina, Acanthias, Galeus, Mustelus*), le rein se développe partout de la manière que nous venons de décrire ; 2° chez les types les plus évolués (tout le groupe des *Rajidés* et une partie du groupe des *Squalidés*), ce développement ne s'effectue qu'à la partie postérieure. Dans la partie antérieure, les canalicules ne forment plus des glomérules de Malpighi et restent peu développés tant que l'animal n'est pas adulte.

» Chez les animaux sur le point de devenir adultes, on observe que la partie antérieure s'atrophie plus ou moins chez la femelle. Chez le mâle, elle se transforme : si des corpuscules de Malpighi existent, ils disparaissent, les canalicules se développent et s'élargissent davantage, et l'épithélium acquiert des propriétés sécrétrices spéciales, de sorte que le rein des adultes présente les caractères que nous avons décrits dans une Communication précédente ([1]), et le canal de Wolff sera uniquement *spermiducte* chez le mâle.

» Donc, par suite des rapports que le rein contracte avec l'appareil génital, il se développera davantage à la partie postérieure, tandis que la partie antérieure aura un sort différent. Le canal de Müller persistera chez la femelle comme oviducte, et il développera aux dépens de sa paroi propre des glandes sécrétant des produits accessoires pour les ovules. Ce canal s'atrophie chez le mâle, il n'en reste que des rudiments : pavillon et utérus masculin. C'est le canal de Wolff ou Leydig qui reçoit les spermatozoïdes. Mais, pour leur fournir des produits accessoires, il ne forme pas de glandes aux dépens de sa paroi propre ; c'est, en effet, la partie antérieure du rein qui est employée et qui se modifie en conséquence (glande de Leydig). Chez la femelle, au contraire, elle entre en régression.

» *Le rein des Elasmobranches a la même valeur que celui des Vertébrés supérieurs.* »

BIOLOGIE. — *De l'influence du régime alimentaire sur la longueur de l'intestin chez les larves de* Rana esculenta. Note de M. **Émile Yung**, présentée par M. Yves Delage.

« On tend généralement à attribuer le fait que les animaux herbivores ont l'intestin relativement plus long que les carnivores à la quantité plus

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, n° 22.

forte d'aliments qu'ils ingurgitent, plutôt qu'à la qualité de ceux-ci. Il est cependant des animaux soumis au même régime : le mouton et le cheval tous deux herbivores, par exemple, certaines espèces de Chéiroptères insectivores ou de Cétacés carnivores, etc., chez lesquels le rapport entre la longueur de l'intestin et celle du corps diffère du simple au double ou davantage. D'autre part, j'ai constaté des variations saisonnières de ce même rapport chez la grenouille verte, dont le tube digestif est plus court au printemps quand les grenouilles sortent de leur jeûne hivernal, qu'en automne après plusieurs mois d'activité alimentaire.

» Il semble, par conséquent, que l'explication rappelée ci-dessus soit passible de sérieuses objections, aussi ai-je essayé de la soumettre au contrôle de l'expérience, en imposant un régime déterminé à des individus d'une même espèce naturellement omnivores.

» Des larves de *Rana esculenta* nées d'une même ponte dans le laboratoire, le 7 avril, furent pendant quinze jours nourries en commun avec l'albumine de leurs œufs, des plantes aquatiques, de la vase de marais riche en micro-organismes tant animaux que végétaux. Le 22 avril, 100 de ces larves furent isolées dans un vase A et élevées au régime végétal exclusif (Spirogyres, *Anacharis,* feuilles de laitues, etc.). Le même jour on plaça dans un vase B, tout pareil au précédent, 100 de ces mêmes larves qui furent nourries avec de la viande seulement (anodonte, bœuf, veau). Le surplus des larves continua à être soumis au régime mixte dans un vase C. Les larves B, nourries à la viande, quoique croissant un peu plus rapidement que les autres, ne tardèrent pas à montrer un intestin plus court. L'influence du régime sur la longueur de cet appareil fut sensible dès les premières mesures, le 6 mai. Ces mesures furent prises et renouvelées dans la suite sur des lots de 10 individus et, à quelques exceptions près, les chiffres suivants expriment, en millimètres, la moyenne (tirée de 10, parfois de 5 observations) de la longueur du corps et de la longueur de l'intestin déroulé, mesurées de l'extrémité du museau à l'anus, ainsi que le rapport entre ces deux longueurs.

		Vase A.			Vase B.			
		Longueur			Longueur			
Date.	Age.	du corps.	de l'intestin.	Rapport.	du corps.	de l'intestin.	Rapport.	Développement.
6 mai.........	29 j.	8,00	62	7,70	9,70	56	5,70	larves apodes.
30 mai........	53 j.	13,66	116,80	8,54	14,20	78	5,48	»
20 juin........	73 j.	13,50	93,50	6,90	14,50	72	4,90	larves avec les pattes postérieures.
30 juin........	83 j.	13,50	100	7,40	14,50	76	5,20	»
23 juillet......	106 j.	16	92,50	5,60	15,00	69	4,60	larves avec pattes antérieures sous la peau.

		Vase A.			Vase B.			
		Longueur			Longueur			
Date.	Age.	du corps.	de l'intestin.	Rapport.	du corps.	de l'intestin.	Rapport.	Développement.
3 et 7 août....	117 à 121 j.	17	48	2,82	17,00	46	2,70	larves avec pattes antérieures extériorées.
29 et 11 juillet.	143 et 132 j.	»	»	»	16,00	23	1,43	jeunes grenouilles anoures.

» Les dimensions des larves C maintenues au régime mixte se rapprochaient de celles nourries avec des plantes. Les conclusions que l'on peut tirer de ces chiffres sont les suivantes :

» 1° Quel que soit le régime, l'intestin des larves de grenouille s'allonge rapidement jusqu'à l'époque d'apparition des pattes postérieures, puis il diminue au cours du développement de ces dernières pour s'allonger de nouveau légèrement, une fois qu'elles sont achevées. Mais, dès que les pattes antérieures commencent à se montrer sous la peau, l'intestin se raccourcit progressivement jusqu'à la fin des métamorphoses.

» 2° Les larves végétariennes ont constamment l'intestin plus long que les carnivores.

» 3° La différence entre la longueur de l'intestin des unes et des autres atteint son maximum chez les larves apodes, pendant la période qui précède l'apparition des pattes postérieures. Elle diminue plus tard, au point que, vers la fin des métamorphoses, l'intestin des larves herbivores n'excède que de quelques millimètres celui des carnivores. Selon Babak (*Biologisches Centralblatt*, Bd. XXIII, 1903), les jeunes grenouilles issues de larves soumises au régime végétal auraient exactement la même longueur intestinale que celles provenant de larves carnivores. Je n'ai obtenu aucune grenouille dans le vase A (herbivores), en sorte que je n'ai pu contrôler l'assertion de Babak. Toutefois, en comparant l'intestin des petites grenouilles nées dans le vase B (carnivores) à celui de leurs congénères nées dans le vase C (omnivores), j'ai trouvé l'intestin des premières un peu plus court.

» 4° Le fait que le raccourcissement de l'intestin commun à toutes les larves, mais plus intense chez les végétariennes que chez les carnivores, coïncide avec les périodes de métamorphose pendant lesquelles les larves mangent peu ou pas, et où, par conséquent, leur intestin est plus ou moins vide, vient à l'appui de la thèse qui veut que la longueur de l'intestin soit fonction de la quantité des aliments qu'il renferme. »

PATHOLOGIE. — *Sur une maladie infectieuse des Équidés, avec altérations du système osseux, observée à Madagascar.* Note de MM. **Charon** et **Thiroux**, présentée par M. A. Laveran.

« Un certain nombre de chevaux et mulets, à Madagascar, sont atteints d'une maladie infectieuse, avec altérations du système osseux.

» Cette maladie offre de grandes analogies avec une affection ostéomalacique observée en Indo-Chine [1].

» L'infection débute, en général, par des symptômes d'abattement, de paresse ou d'inaptitude au travail : la marche est lourde et parfois vacillante.

» La conjonctive, d'abord injectée en rouge acajou, prend les teintes diverses du jaune : safran, feuille morte, etc. ; souvent elle s'étoile de pétéchies. On note, sur certains sujets, des accès fébriles ; les respirations et les pulsations s'accélèrent, le cœur fait entendre des bruits métalliques ; la température rectale s'élève à 40° et 41° ; mais cette exacerbation n'est pas constante.

» On observe quelquefois de l'hémoglobinurie.

» La maladie, sous forme aiguë, peut se compliquer de pneumonie, d'entérite, de congestion du foie, de la rate, des reins ou de la moelle ; la paraplégie est une terminaison fréquente de l'état chronique.

» D'autres fois, la maladie revêt un caractère adynamique et l'on constate une hypothermie de 36° et au-dessous.

» Certains sujets gardent, au moins pendant quelque temps, les apparences de la santé et de la vigueur ; puis, des boiteries bizarres et à siège inconnu surgissent ; des arrachements tendino-ligamenteux et des fractures *spontanées* se produisent. Les os nasaux, les maxillaires supérieurs et inférieurs se ramollissent, se boursouflent et la face se déforme.

» Les déformations osseuses de la face ont été également rencontrées dans des cas où la maladie a paru avoir une évolution assez rapide, de 16 à 20 jours ; il se peut, d'ailleurs, que dans ces cas les animaux aient été depuis plus ou moins longtemps sous le coup d'une infection latente.

» Les animaux maigrissent de plus en plus, les reins cessent de fonctionner normalement ; il y a polyurie, les urines se chargent de phosphate ammoniaco-magnésien,

---

[1] Germain, *Sur une maladie observée sur des chevaux égyptiens importés en Cochinchine* (*Recueil de Médecine vétérinaire*, 1881, juillet et suiv.).

Ballu, *Ostéoporose des mulets algériens importés au Tonkin* (*Recueil de mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaire militaires*, t. XX, 1899).

Pecaud, *L'ostéomalacie des Équidés au Tonkin* (*Revue générale de Médecine vétérinaire*, janvier 1904). L'auteur signale l'origine infectieuse de la maladie.

d'urate et d'hippurate de soude, d'oxalate et de carbonate de chaux; les malades succombent, profondément cachectiques et anémiés.

» La maladie a une durée très variable, depuis 16 à 20 jours jusqu'à une et plusieurs années. Les animaux atteints de la forme lente présentent de temps à autre de véritables retours aigus au cours desquels ils peuvent succomber.

» A l'autopsie, par exception, on ne rencontre pas de lésions appréciables. D'autres fois, le poumon et l'intestin présentent des lésions de pneumonie infectieuse, d'entérite bilieuse.

» L'hypertrophie du foie est fréquente. Sa couleur et sa consistance varient : il est rouge brique, jaune d'ocre, safrané ou feuille morte; de même, il est ferme, sclérosé ou excessivement friable.

» La rate est le plus souvent hypertrophiée. Nous l'avons trouvée sur quelques chevaux énorme, ramollie, offrant sous la coupe l'aspect d'une purée de cassis.

» Les reins sont différemment altérés; tantôt hypertrophiés, friables, violacés ou feuille morte; tantôt peu volumineux, jaune pâle, scléreux.

» Les capsules surrénales participent aux mêmes variations.

» Dans le canal médullaire, le liquide sous-arachnoïdien est abondant; les enveloppes sont plus ou moins vascularisées; quelquefois un œdème gélatineux entoure les paires nerveuses à leur origine. On peut remarquer un fin piqueté hémorragique au pourtour des cornes. La myélite aboutit exceptionnellement à la suppuration; la sclérose est rare.

» Enfin, lorsque l'animal est mort dans un état d'infection et de cachexie avancées, les apophyses épineuses des vertèbres se coupent facilement, leur tissu spongieux est d'un rouge livide; le tissu aréolaire des maxillaires a proliféré; le tissu compact des os plats est ramolli; les os longs sont devenus fragiles; des fractures comminutives ont pu se produire ainsi que l'arrachement des ligaments et des tendons.

» L'ostéomalacie n'est pas une maladie spéciale aux pays chauds; elle a été observée notamment en France par Cantiget et en Allemagne par Dieckerhoff.

» La plupart des observateurs, en Europe et aux colonies, ont fait jouer à l'alimentation insuffisante ou peu alibile et à la pauvreté du sol en calcaire, en acide phosphorique, un rôle prépondérant dans la genèse de ces affections.

» Quelle est la nature de la maladie dans nos colonies et, en particulier, à Madagascar? M. Charon, dans un Mémoire présenté en 1900 au Ministère de la Guerre, s'élève contre l'opinion qui incrimine d'une manière exclusive l'alimentation et la nature du sol. Il objecte que, dans ces mêmes contrées où sévit l'ostéomalacie des Équidés importés, les hommes, les bœufs, les chevaux du pays, les poules, ont un squelette ou des produits (jeunes, œufs) normaux : il laisse entrevoir la présence et l'action d'un agent infectieux.

» En 1903, M. Thiroux a signalé la présence du *Piroplasma equi* (Laveran) ou d'un *Piroplasma* très voisin dans des préparations de sang recueillies à Madagascar sur des chevaux et des mulets atteints d'ostéomalacie ([1]). Ces hématozoaires n'ont été vus que chez un petit nombre des animaux examinés et, dans les cas où leur présence a été constatée, ils étaient très rares; il est donc très douteux que l'ostéomalacie des chevaux de Madagascar soit produite par ces *Piroplasma;* la complication, chez certains animaux, de l'ostéomalacie par la piroplasmose semble plus probable.

» Au Tonkin, Pécaud, en 1901, a signalé l'origine infectieuse de l'ostéomalacie des Équidés; il aurait réussi à transmettre expérimentalement la maladie à un animal sain.

» En 1904, le professeur Moussu a inoculé au lapin l'ostéomalacie du porc, démontrant ainsi la nature infectieuse de cette affection.

» Une mesure prophylactique s'impose à Madagascar pour empêcher l'extension de la maladie des Équidés qui fait l'objet de cette Note : c'est l'abatage ou pour le moins l'isolement des animaux qui en sont atteints. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure générale des Alpes du Tyrol à l'ouest de la voie ferrée du Brenner.* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai exposé sommairement, dans des Notes récentes, diverses observations géologiques sur les Alpes du Tyrol, fruit de mes voyages de cet été. Toutes ces observations viennent à l'appui de la théorie que j'ai donnée, il y a un an, de la structure des Alpes orientales. Elles m'ont permis de préciser quelques tracés restés indécis, de rectifier quelques détails de la tectonique; mais, dans son ensemble, la *théorie du charriage* sort victorieuse de cette première épreuve.

» Il est désormais certain :

» 1° Qu'au nord d'une ligne allant du Monte-Sobretta, près de Bormio, à Sterzing, près du Brenner, par le Val Zebru, Töll (sur l'Adige), et Saint-Léonhard, les Alpes du Tyrol sont formées de nappes empilées les unes sur les autres, nappes qui ont été plissées, ou tout au moins ondulées, après leur empilement;

» 2° Que les Schistes lustrés de la Basse-Engadine, entre Guarda et le pont de Pontlatz, affleurent dans une *fenêtre* de ce paquet de nappes;

([1]) Thiroux, *Soc. de Biologie,* 24 octobre 1903.

» 3° Que les Alpes calcaires, au nord de l'Inn, sont des témoins de nappes supérieures, la nappe la plus basse, dans ces Alpes calcaires, étant probablement l'équivalent de la *quatrième nappe* de la région Zillertal-Brenner;

» 4° Que la ligne Sterzing-Bormio, qui limite au sud le *pays de nappes*, n'est autre chose que le prolongement vers le sud-ouest de l'axe des Hohe Tauern;

» 5° Qu'une zone plus ou moins large s'étend au sud de ladite ligne, zone qui est formée de plis serrés et multipliés, toujours très redressés, et qui est le *lieu* des *racines* des plis couchés vers le nord et transformés en nappes;

» 6° Enfin, que cette zone de racines est limitée au sud par une faille (*faille* ou *frontière alpino-dinarique*), qui passe un peu au sud du Passo Tonale, coïncide au nord de Malè avec la *faille giudicarienne*, franchit le Plattenjoch au nord de l'Iffinger, et coupe l'Eisack à Mauls.

» Le numérotage des nappes et la répartition entre elles des diverses *lames* ou *écailles* qui s'empilent les unes sur les autres, sont opérations faciles, là où le Trias (toujours très reconnaissable) figure dans la série des lames. C'est le cas de l'Ortler, du Brenner, de la Basse-Engadine à l'amont de Pontlatz. Mais ce même travail devient très difficile lorsque, le Trias manquant, on n'a plus affaire qu'à des terrains cristallophylliens : ce qui est le cas des Alpes de l'Œtztal. Il faut d'ailleurs se souvenir que les nappes peuvent se dédoubler, et aussi se fragmenter ou s'écraser : de sorte que tout essai de numérotage et de répartition qui vise une région un peu étendue est condamné à rester incertain et provisoire. Sous ces réserves, je proposerai, à titre d'indication générale, l'essai suivant :

» Première nappe : *Zentralgneis* et partie basse de la *Schieferhülle* des Hohe Tauern; *métamorphisme intense dans tous les terrains*;

» Deuxième nappe : Schistes lustrés des Hohe Tauern et de la Basse-Engadine; *métamorphisme intense montant jusqu'à l'Éocène;*

» Troisième nappe : Micaschistes et gneiss grenatifères du Pflerschtal et d'une partie des Alpes de Stubai; Trias de Windisch-Matrei, de la Weissespitze, de la Gschösswand, des Telfer Weissen, des Tribulaun, de Prutz; nappe profonde des bords de la fenêtre de la Basse-Engadine; *métamorphisme déjà diminué, mais sensible encore, dans le Trias, très intense dans tout le Paléozoïque;*

» Quatrième nappe : Micaschistes et gneiss grenatifères du Rosskopf et du Ridnauntal; *Kalkphyllite* (1) de l'Œtztalermassiv, de la vallée de l'Adige

(1) D'âge paléozoïque incertain. C'est à tort que, dans mon Mémoire de l'hiver dernier, j'émettais l'idée d'une assimilation de ces *Kalkphylliten* aux Schistes lustrés.

(Laas), du Monte-Sobretta; phyllades et Verrucano de Bormio; phyllades de Steinach, du Stubai, de Landeck; phyllades et gneiss de la Silvretta; Trias de l'Ortler; Trias du Seealpenkogel (Obernberg), des Tarntaler Köpfe, de la Rettelwand, de la Serlesspitze; *base* des Alpes calcaires du nord; *métamorphisme très diminué, ne touchant plus le Trias, incomplet dans le Permien et même dans le Houiller;*

» Cinquième nappe : Gneiss anciens de l'OEtztalermassiv, phyllades du Vintschgau, granite de la Seesvenna; Trias de l'Endkopf, du Piz Umbrail; Trias et Lias du Lischanna (¹); *métamorphisme analogue à celui des terrains de la quatrième nappe;*

» Sixième nappe : Phyllades et gneiss du Piz Chazfora, près du Piz Umbrail, et des Piz Cornet et Rims, près du Lischanna (¹); *métamorphisme analogue à celui des terrains des nappes* 4 *et* 5.

» Les nappes 5 et 6 concourent probablement, avec la nappe 4, à la constitution des Alpes calcaires du nord.

» On aurait pu faire à la théorie deux objections graves : l'une, tirée de l'insuffisance de la largeur de la zone des racines, par les travers de Meran et de Mauls, si l'on compare cette largeur à la masse immense des nappes; l'autre tirée du déversement vers le sud-est de toute cette zone de racines, dans cette même région Meran-Mauls. Mais j'ai montré que la largeur est variable et qu'elle s'amplifie, au sud-ouest, jusqu'à 20^{km}; et que *les mêmes* plis, déversés au sud-est entre Mauls et Meran, deviennent verticaux, puis se couchent vers le nord, en s'approchant de l'Ortler. Les deux objections, dès lors, tombent. Tout s'explique si l'on admet, avec moi, le *traînage* du *pays dinarique* sur le *pays alpin* (une partie plus ou moins grande des racines restant enfouies sous les Dinarides), et, après ce traînage, la *poussée au vide, vers le sud,* non seulement des Dinarides, mais d'une partie du pays alpin. »

(¹) Voir la carte de Théobald et la carte et les coupes récemment publiées par M. W. Schiller (*Geolog. Untersuchungen im östlichen Unterengadin,* I : *Lischannagruppe;* Fribourg-en-Brisgau, 1904).

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Modifications des échanges nutritifs dans les dermatoses.* Note de MM. **A. Desgrez** et **J. Ayrignac**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons appliqué à l'étude des échanges nutritifs dans les dermatoses les nouvelles méthodes de mesures récemment créées par M. Bouchard. Les premiers résultats que nous présentons sont relatifs aux déterminations anthropométriques des malades et à l'élaboration des matières azotées.

» Nos recherches ont porté sur un très grand nombre de sujets que M. le Dr Brocq a bien voulu mettre à notre disposition. Ces malades ont été soumis à une alimentation rationnelle et laissés en observation pendant un temps assez long pour éviter les causes d'erreur inhérentes à des modifications passagères de l'élimination urinaire. Par application des règles posées par M. Bouchard, nous avons d'abord déterminé la corpulence et l'adiposité des malades. Nous rappellerons que la corpulence se mesure par le rapport du poids du corps réel au poids du corps moyen de même taille, l'adiposité par le rapport de la graisse de l'homme réel à la graisse de l'homme normal correspondant.

» Parmi tous nos malades, dont les lésions cutanées appartenaient aux types les plus divers, nous n'avons trouvé une corpulence dépassant la moyenne que dans 35 pour 100 des cas. C'est la modification la moins fréquente et la moins profonde imprimée à ces malades par leur affection.

» L'adiposité, en effet, s'est révélée très supérieure à la normale chez 53 pour 100 des sujets.

» Ce résultat, qui est fourni surtout par l'eczéma proprement dit et l'eczéma papulo-vésiculeux, apporte un nouvel argument en faveur de la parenté établie par M. Bouchard entre l'obésité et ces deux dermatoses. L'excitation catalytique, qui se mesure par le rapport de la surface d'émission allouée au kilogramme d'albumine fixe chez le sujet malade à la surface allouée à la même unité de poids chez le sujet moyen correspondant, s'est également montrée supérieure à sa valeur normale dans 89 pour 100 des cas étudiés. Ce résultat conduirait à prévoir une exagération marquée de l'histolyse, destinée à satisfaire l'accroissement d'incitation à la destruction, incitation qui dépend de la surface corporelle. Or la mesure de l'activité histolytique, laquelle est égale au rapport de l'albumine élaborée par le malade à l'albumine élaborée par l'homme sain de même âge, révèle, au contraire, une destruction de matière azotée très inférieure à

la moyenne chez 90 pour 100 des malades. La désassimilation azotée se trouve quantitativement réduite sous l'influence de toutes les dermatoses. Le détail de nos observations montre que ce sont la pelade, la pseudo-pelade et l'alopécie iodopathique qui exercent, à cet égard, l'influence la plus marquée. Pour ce qui concerne le coefficient d'utilisation azotée, nous avons retrouvé l'abaissement de ce rapport, déjà observé par MM. Gaucher et Desmoulière dans l'eczéma et le psoriasis, mais non, comme ces auteurs, dans tous les cas étudiés. Ce coefficient, dont la valeur normale est 0,85, n'est descendu au-dessous de cette moyenne que chez 50 pour 100 de nos malades. Il semble donc que la qualité de l'histolyse puisse ainsi suppléer à sa réduction quantitative, comme si l'organisme tendait vers une utilisation maxima des albumines engagées dans les phases initiales de leur désintégration. Nos recherches montrent enfin que l'acide urique figure au premier rang des produits azotés incomplètement détruits. Dans 60 pour 100 des cas, en effet, son rapport à l'urée, qui est normalement de 2,62 pour 100, dépasse 3 et atteint même quelquefois 5 pour 100. Comme le rapport de l'acide phosphorique à l'azote total éliminé dépasse, en général, sa valeur moyenne normale qui est de 18 pour 100, l'excès d'acide urique ainsi constaté est attribuable, selon nous, à une désintégration prépondérante des nucléoalbumines, c'est-à-dire des noyaux cellulaires. »

M. A. **Dauphin** adresse une Note ayant pour titre : « Étude des appareils d'aviation (Suite) ».

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. V. **Carlheim-Gyllensköld** adresse une Note ayant pour titre : « Des foudres globulaires ».

M. **Serge Socolow** adresse une Note sur les distances moyennes des planètes au Soleil.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 octobre 1904.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, *Prince souverain de Monaco,* publiés sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard. Fasc. XXVII : *Siphonophores provenant des campagnes du yacht « Princesse-Alice »* (1892-1902), par M. Bedot; avec 4 planches. Imprimerie de Monaco, 1904; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Observatoire de Bordeaux, pub. par G. Rayet, Directeur de l'Observatoire. T. XI. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1904; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Traité élémentaire de Physico-chimie ou lois générales et théories nouvelles des actions chimiques à l'usage des chimistes, des biologistes et des élèves des grandes Écoles, par M. Emm. Pozzi-Escot, préface de M. le professeur Eugène Jacquemin. Paris, Ch. Béranger, 1905; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges; LXXXe année, 1904. Épinal, Ch. Huguenin; Paris, E. Lechevalier, 1904; 1 vol. in-8°.

Le opere di Galileo Galilei, edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maestà il Re d'Italia. Vol. XIV. Florence, 1904; 1 vol. in-4°.

The astronomical observatory of Harvard College; second thousand. Cambridge, Mass., 1904; 1 fasc. in-8°.

A plan for the endowment of astronomical research; n° 2, by Edward-C. Pickering. Cambridge, Mass., 1904; 1 fasc. in-8°.

Risoluzione del problema aeronautico, di Lodovico De-Micheli. Milan, 1904; 1 fasc. in-8°.

Les variations annuelles de la température dans les lacs suédois, par S. Grenander. (Extr. du *Bull. of the Geol. Instit. of Upsala.* Vol. VI, part I.) 1 fasc. in-8°.

Report of His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope to the Secretary of the Admiralty, for the year 1903. Londres, 1904; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 novembre 1904.

Fossiles de Patagonie. Dentition de quelques Mammifères, par Albert Gaudry, Membre de l'Institut. (*Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie;* t. XII, fasc. 1.) Paris, au siège de la Société géologique de France, 1904; 1 fasc. in-4. (Hommage de l'Auteur.)

Cours de Botanique : Anatomie; physiologie; classification; applications agricoles, industrielles, médicales; morphologie expérimentale; géographie botanique; paléontologie; historique, par MM. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, et Leclerc du Sa-

BLON, à l'usage des élèves des Universités, des Écoles de Médecine et Pharmacie, et des Écoles d'Agriculture. Tome I, fasc. 3, 1re et 2e parties. Paris, Librairie générale de l'Enseignement, 1903-1904; 2 fasc. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Leçons sur les fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynomes, professées à l'École Normale supérieure, par ÉMILE BOREL, et rédigées par MAURICE FRÉCHET, avec des Notes par PAUL PAINLEVÉ et HENRI LEBESGUE. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Painlevé.)

Association française pour l'avancement des sciences. Compte rendu de la 32e session : Angers, 1903. 2e partie : *Notes et Mémoires.* Paris, G. Masson, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Giard.)

Sur les polygones au plus petit périmètre circonscrits à une ellipse donnée, par L. LINDELÖF. Helsingfors, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Essai sur l'art de conjecturer, par J.-E. ESTIENNE. Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Sur quelques particularités fort curieuses du système de l'orbite lunaire, par F.-C. DE NASCIUS. Paris, F.-R. de Rudeval, 1904; 1 fasc. in-8°.

Détermination de la position du navire quand l'horizon n'est pas visible, par E. DECANTE. Paris, R. Chapelot et Cie, 1903; 1 fasc. in-8°.

Détermination de la hauteur d'un astre quand l'horizon n'est pas visible, par E. DECANTE. Paris, R. Chapelot et Cie, 1904; 1 fasc. in-8°.

S. K. C. System of long distance electric transmission in California. Stanley electric manufacturing Compagny. Pittsfield, Mass; 1 feuille in-plano.

ERRATA.

—

(Séance du 24 octobre 1904.)

Note de M. *Lemoult,* Remarques sur une série récente de déterminations calorimétriques :

Page 633, ligne 32, *au lieu de* 1353,8, *lisez* 1364.